

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“BASES PARA UN SISTEMA DE CONTROL DE
CALIDAD EN EL MONTAJE DEL MINERODUCTO DE
ZINC DE LA EMPRESA MINERA ISCAYCRUZ”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO MECANICO

EDWIN IVAN CONTRERAS HUAMAN

PROMOCION 2002-II

LIMA-PERU

2006

Agradecer a mis padres
Salustiano y Francisca, a mis hermanas
Lilia y Karina, por el amor, cariño y
el apoyo que me saben brindar
en mi desarrollo profesional.

CONTENIDO

PROLOGO.....	1
--------------	---

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1 Antecedentes.....	5
1.2 Alcances.....	8
1.3 Objetivo.....	8

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 Descripción de la Empresa Minera.....	9
2.2 Acero Utilizado.....	10
2.3 Alcance del suministro.....	10
2.3.1 Normas, códigos y referencias.....	10
2.3.2 Características de las tuberías.....	12
2.3.2.1 Propiedades químicas del acero.....	13
2.3.2.2 Propiedades mecánicas del acero.....	13
2.3.2.3 Propiedades hidrostáticas a las tuberías.....	13
2.3.2.4 Dimensiones de las tuberías.....	13
2.3.2.4.1 Diámetro	
2.3.2.4.2 Largo de la tubería	
2.3.2.4.3 Espesor de la pared	

	2.3.2.4.4 Rectitud	
	2.3.2.4.5 Extremos	
2.4	Proceso de Soldadura.....	16
2.4.1	Defecto de la soldadura.....	16
2.4.2	Socavación	16
2.4.3	Porosidad.....	10
2.4.4	Fusión incompleta.....	17
2.4.5	Especificación técnica.....	17
2.4.6	Criterios de aceptación o rechazo.....	17
2.4.7	Métodos de inspección.....	17
	2.4.7.1 inspección visual.....	17
	2.4.7.1.1 inspección previa al proceso de soldadura.	
	2.4.7.1.2 Verificación durante el proceso de soldadura.	
	2.4.7.1.3 inspección después del proceso de soldadura.	
	2.4.7.2 Discontinuidad y defectos en las uniones soldadas.	
	2.4.7.2.1 Tipos de porosidad.	
	2.4.7.2.2 Agrietamientos y discontinuidades	
2.5	Revestimiento Exterior de tuberías de acero.....	22
2.6	Conceptos Básicos de Calidad.....	23
2.6.1	Calidad.....	23

2.6.2	Aseguramiento de calidad.....	23
2.6.3	Control de calidad.....	23
2.6.4	Calidad total - excelencia.....	23
2.6.5	Administración de la calidad.....	24
2.6.6	Políticas de calidad.....	24
2.6.7	Plan de calidad.....	24
2.6.8	Sistema de calidad.....	24
2.6.9	Iso.....	25
2.6.10	Series Iso 9000.....	25
2.6.11	La serie Iso 9000.....	26
2.7	Herramientas administrativas básicas para la Calidad.....	27
2.7.1	Diagrama de pareto.....	28
2.7.2	Diagrama de causa efecto de ishikawa.....	30
2.7.3	Histograma.....	33
2.7.4	Estratificación.....	34
2.7.5	Hojas de verificación.....	35
2.7.6	Diagrama de dispersión.....	35
2.7.7	Corridas y graficas de control.....	36
2.8	Las Nuevas Herramientas administrativas para administrar la Calidad.....	38
2.8.1	Diagrama de afinidad.....	38
2.8.2	Diagrama de relaciones.....	39
2.8.3	Diagrama del árbol.....	40
2.8.4	Matrices.....	42

2.8.5	Análisis matricial para segmentación de mercado.....	43
2.8.6	Diagrama de actividades.....	44
2.8.7	Diagrama de flechas.....	45

CAPITULO III

3.	PLANTEAMIENTO DEL PLAN DE CALIDAD.....	46
3.1	Alcance del plan.....	46
3.2	Propósito.....	46
3.3	Base teórica.....	47
3.4	Requerimientos del plan de calidad.....	47
3.5	Procedimiento ejecutivo de calidad.....	48
3.5.1	Procesos de control.....	48
3.5.1.1	Objetivo.....	48
3.5.1.2	Alcance.....	48
3.5.1.3	Responsables.....	48
3.5.1.4	Especificaciones y procedimientos aplicables...53	
3.5.1.5	Registros de calidad.	54
3.6	Control de calidad en el montaje de tuberías.....	54
3.6.1	Organigrama del proyecto.....	55
3.6.2	Almacenamiento, recepción y manipuleo de tuberías...56	
3.6.3	Curvado de tuberías.....	56
3.6.4	Alineamiento de tuberías.....	57
3.6.5	Soldadura.....	58
3.6.6	Aplicación de manta termocontraible.	60

3.7	Control de calidad.....	62
3.7.1	Registros Aplicados.....	62
3.7.2	Calificación de procedimiento de soldadura.....	63
3.7.3	Calificación de soldadores.....	64
3.7.4	Pruebas hidráulicas.....	65
3.7.5	Resultados del control de calidad.....	67
CAPITULO IV		
4.	IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE CALIDAD.....	68
4.1	Problemas que afectan la operación de montaje de tuberías..	68
4.2	Diagrama del árbol de solución.....	70
4.2.1	Montaje de Tuberías.	70
4.2.2	Organización del área de control de calidad.....	72
4.2.3	Proceso de soldadura.....	73
4.2.4	Documentación.....	75
4.2.5	Control de calidad.....	77
4.3	Costo Estimado para la implementación del plan de calidad..	79
4.3.1	Costo del proceso de montaje.....	79
4.3.2	Costo estimado del plan de calidad.....	81
CONCLUSIONES.....		84
BIBLIOGRAFÍA.....		86
ANEXOS.....		87

PROLOGO

El presente informe constituye una expresión de la experiencia alcanzada en el tema de control de calidad, esta vez aplicado a la fabricación y montaje de tuberías, en la obra a realizarse para la Empresa Minera Iscaycruz, en el Proyecto Reemplazo de Mineroducto Iscaycruz - Lagsaura, en calidad de Ingeniero de Control de Calidad a través de la compañía CEMPROTECH SAC.

El tema de calidad se ha convertido en un concepto, práctica infaltable en el mundo competitivo empresarial en los últimos años, razón por demás suficiente para que la calidad este presente en todo trabajo de producción y de servicios.

En el primer capítulo del presente Informe se detalla una visión panorámica de todo lo referente al desarrollo del trabajo, la problemática, las generalidades, alcances, y objetivos que se mostrarán en el presente informe. Se describe la situación actual de la empresa minera, el montaje de

tuberías, describiéndose los requerimientos mínimos necesarios para una correcta instalación.

En el segundo capítulo se presenta el marco teórico del informe donde se describirá a la empresa minera, el tipo de tubería de acero utilizado, así como el proceso de soldadura empleado para la ejecución del trabajo, el revestimiento de exterior de tuberías de acero, y los conceptos básicos de calidad y herramientas de calidad que se utilizan para la correcto trabajo a realizar, en el informe de suficiencia.

En el tercer capítulo se formulará la propuesta de la implementación de un plan de calidad para el montaje de tuberías del presente proyecto, donde se explicita el alcance de los procedimientos a utilizarse así como los registros necesarios en el montaje de tuberías. También se detalla el control de calidad aplicado al montaje de tuberías, donde se presentan los documentos que gobiernan la inspección y calificación de los procedimientos así como las instituciones que acreditan la norma a utilizar. El resultado del control de calidad, así como los registros de calidad aplicados, la calificación del procedimiento de soldadura, la calificación de soldadores, la inspección radiográfica de las juntas soldadas en campo, el recubrimiento y reparación con mantas termocontraíbles, pruebas hidráulicas a todo el recorrido de tuberías, y el resultado del control de calidad del montaje de tuberías.

En el cuarto capítulo se desarrollará la implementación de un sistema de calidad según el diagrama de afinidad y se dará solución según el diagrama del árbol de solución, y este tendrá un resumen de la implementación de esta mejora, con costos estimados.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo trata sobre el montaje de tuberías de la línea de transporte de concentrado de zinc, de 25 km. de longitud de la Empresa Minera Iscaycruz, al cual se le aplica el programa de control de calidad a la instalación de las tuberías en el montaje, y que se propone en el presente informe.

Las tuberías materia de montaje conducen los concentrados de Zinc que produce la minera, desde la Planta Concentradora, ubicada a una elevación aproximada de 4700 msnm, hasta la Planta de Filtros, ubicada a 25 Km. de la mina, en la localidad de Lagsaura, a una cota cercana a los 2.200 msnm, donde los concentrados son secados para su posterior traslado a puerto mediante camiones.

Por otro lado, el aumento de producción, generará un aumento en la producción de concentrados, lo que da origen a una mayor demanda de transporte hidráulico entre la Concentradora y la Planta de Filtros en Lagsaura.

1.1 ANTECEDENTES

El actual mineroducto de la Empresa Minera Iscaycruz, fue diseñado por JRI Ingeniería S.A. en el año de 1995, y entró en operaciones a partir del 21 de agosto de 1996, con una vida útil de diseño de 10 años y para un nivel de producción nominal de 1000 TPD, en una primera fase y con 2000 TPD para la fase final. Esto representa una producción inicial de concentrado de zinc de 14.4 TPH y de 28.8 TPH, en su etapa final.

La Empresa Minera Iscaycruz, dispone de una planta de concentración de minerales de zinc y plomo, la cual posee una producción nominal de 3.200 toneladas diarias, y expandirá su producción a 4 mil toneladas por día, con el nuevo mineroducto a instalarse.

El aumento de la capacidad instalada de transporte a la mina, generará un incremento de la producción de concentrados, dando origen a una mayor demanda de transporte hidráulico entre la Planta

Concentradora y la Planta de Filtros en Lagsaura. El mineroducto actual de 3 ½" de diámetro, ya ha sufrido un proceso acelerado de corrosión en la parte externa de la tubería, debido a factores ambientales muy corrosivos de la zona, condición que no fue prevista en el proyecto original.

Para este nuevo mineroducto, que conducirá concentrados de zinc, se ha considerando una tubería con revestimiento de polietileno extruido de alta densidad (HDPE).

El reemplazo de la tubería se ha planificado bajo los siguientes criterios generales:

- Ubicación: Yacimiento de Iscaycruz. Distrito de Oyón.
Departamento de Lima. República del Perú.
- Coordenadas: N. 8.807.200; E. 311.000 o Latitud Sur 10° 45';
Longitud Este 76° 35'.
- Elevación de inicio (Iscaycruz): 4.570 msnm.
- Elevación de término (Lagsaura): 2.200 msnm.
- Temperatura máxima: +25°C
- Temperatura mínima: -10°C
- Precipitaciones pluviales Lagsaura: 310 mm/año
- Humedad relativa: 30%
- Velocidad máxima de viento: 100 km/ hr
- Sismicidad: UBC. Zona 4

- Vida útil del proyecto: 10 años
- Gravedad Específica Sólidos: 4,01
- Capacidad Nominal Mín. Planta 3.200 TPD
- Capacidad Nominal Media Planta: 3.500 TPD
- Capacidad Nominal Máx. Planta: 4.000 TPD
- Producción Mín. Concentrado Zn: 32,9 TPH
- Producción Media Concentrado Zn: 36,0 TPH
- Producción Máx. Concentrado Zn: 41,2 TPH
- Operación anual Planta: 360 días
- Operación diaria Planta: 24 horas
- Cp alimentación espesador: 24 a 25%
- Cp concentrado: 66 %

El proyecto original de ampliación, no cuenta con un plan de calidad, por lo que la empresa contratista deberá generar dicha documentación pertinente, con los respectivos procedimientos y registros, y su difusión tendrá que ser comunicada a todo el personal involucrado en el proyecto.

Por ello es necesario establecer un control en cada una de las etapas del montaje de tuberías, para su correcta instalación, y para que el producto cumpla con las especificaciones del proyecto.

1.2 ALCANCES

En el presente informe definen las prácticas, los medios y las secuencias de los procesos de montaje y submontajes, así como de las actividades ligadas a la calidad, aplicables a la ejecución del montaje de tuberías en campo, para el nuevo mineroducto de la Empresa Minera Iscaycruz – Lagsaura.

El contenido de los documentos de calidad generados, darán confiabilidad a los trabajos a ejecutarse estando estos concordantes con los requisitos de las normas API 1104.

1.3 OBJETIVO

El objetivo del presente informe es establecer, documentar e implementar un sistema de control de calidad, acorde con los trabajos de montaje de tuberías en la línea de transporte de concentrado de zinc, desde la Empresa Minera Iscaycruz hasta la Planta de filtrado de minerales de zinc y plomo, siendo un total de 25 Km. de longitud.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

LA EMPRESA MINERA ISCAYCRUZ es una empresa dedicada a la actividad minera, que cuenta con una concesión y asiento minero denominado "Iscaycruz", donde dispone de una planta de concentración de minerales de zinc y plomo, la cual posee una producción nominal de 3.200 toneladas diarias, la que expandirá su producción a 4 mil toneladas por día, y se encuentra ubicado en el paraje Iscaycruz, distrito de Pachangara, provincia de Oyón, departamento de Lima, a una altitud aproximada de 4,700 m.s.n.m.

La instalación del Mineroducto, servirá para transportar concentrados de zinc a través de tuberías desde la Planta Concentradora "Iscaycruz" ubicada a una elevación de 4700 msnm hasta la Planta de Filtrado "Lagsaura", ubicada a 25 Km. de la mina, en la localidad de Lagsaura, con una cota cercana a los 2.200 msnm, lugar en donde se secan los concentrados para su posterior traslado a puerto mediante camiones.

2.2 ACERO UTILIZADO

2.2.1 Alcance del Suministro

El suministro de acero que se emplea se encuentra detallado en el cuadro siguiente donde se consignan los dos tipos de diámetros de tuberías utilizados:

ITEM	TIPO	GRADO	EXTREMOS	DIÁM. NOMINAL	ESPESOR (mm)	Cant. (m)
1	HDPE PE 100	PN20	PE	160 mm	17.9	591
2	API 5L	X65	BE	5"	9.5	6779
3	API 5L	X65	BE	5"	12.7	14895
4	API 5L	X65	BE	4"	17.1	2488

Cuadro N°1

BE : Extremos Biselados.
PE : Extremos Rectos

2.2.2 Normas, Códigos Y Referencias

El suministro deberá cumplir con esta especificación y con los requerimientos mínimos aplicables indicados en las últimas ediciones de las siguientes normas y códigos:

ANSI	American National Standards Institute
ANSI/ASME B31.11	Slurry Transportation Piping Systems
AWS	American Welding Society
API	American Petroleum Institute
API 5L	Specification for Line Pipe
API RP 5L1	Recommended Practice for Railroad Transportation of Line Pipe

API RP 5L5	Recommended Practice for Marine Transportation of Line Pipe
API 1104	Standard for Welding Pipeline and Related Facilities
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASME	Non-destructive Examination
ASME	Boiler and Pressure Vessel Code, Section IX, 'Qualification Standard for Welding and Brazing Procedures, Welders, Brazers, and Welding and Brazing Operations'
ASTM	American Society for Testing and Materials
ASTM D1603	Standard Test Method for Carbon Black in olefin Plastics
ASTM D1693	Standard Test Method for Environmental Stress –Cracking of Ethylene Plastics
CAN/CSA Z 245.21-98	External Polyethylene Coating for pipe
DIN 30670	Polyethylen coatings of steel pipes and fittings, requirements and testing (foreign standard)
ISO	International Organization for Standardization
ISO 306	Plastics – Thermoplastic materials – Determination of Vicat softening temperature (VST)

ISO 527	Determination of tensile properties
ISO 1183	Plastics – Methods for determining the density and relative density of non-cellular plastics
ISO 6259	Thermoplastics pipes Determination of tensile properties
ISO 10387	Determination of the thermal stability of polyethylene (PE) for use in gas pipes and fittings
AWWA	American Water Works Association
AWWA C213 - 85	Standard for Fusion-Bonded Epoxy Coating for the Interior and Exterior of Steel Water Pipelines.

El suministro deberá de cumplir con las normas y prácticas que indican los estándares mencionados

2.2.3 Características de las tuberías

El material de las tuberías suministradas debe corresponder al que se designa como Grado X65 según la Norma API 5L.

El esfuerzo mínimo de fluencia para este material es de 448 MPa (65.000 psi).

El esfuerzo de fluencia del material no debe sobrepasar el 90% del esfuerzo de ruptura mínimo.

2.2.3.1 Propiedades químicas del acero

La composición química del material de la tubería no debe exceder los siguientes porcentajes en peso:

ELEMENTO	MAX. % en PESO
Carbono	0.26
Manganeso	1.4
Fósforo	0.03
Azufre	0.03

Cuadro Nº 2

2.2.3.2 Propiedades mecánicas del acero

Las propiedades mecánicas deberán ser verificadas de acuerdo al punto 6.2 de la norma API 5L.

2.2.3.3 Pruebas hidrostáticas a las tuberías

Cada largo de tubería deberá soportar, sin filtraciones, una prueba hidrostática en fábrica, de acuerdo al punto 9.4 de la norma API 5L.

2.2.3.4 Dimensiones de las tuberías

2.2.3.4.1 Diámetro.

Las tuberías deben ser suministradas en 5" y 4" pulgadas de diámetro nominal, dentro

de las tolerancias de fabricación aceptadas por la norma API 5L.

2.2.3.4.2 Largo de la tubería

Las tuberías deberán ser suministradas en tiras, según las siguientes longitudes:

LARGO MÁXIMO	LARGO MÍNIMO	MÍNIMO LARGO PROMEDIO
13.72 m	10.67 m	12.00 m

Cuadro Nº 3

No más de un 2% del total del suministro deberá tener el largo mínimo y un 95% del suministro deberá tener al menos el mínimo de largo promedio.

2.2.3.4.3 Espesor de pared

El espesor de pared en cada tubería deberá estar de acuerdo a lo requerido para este proyecto:

	GRADO X65	
DIÁMETRO NOMINAL	% TOLERANCIA	
PULGADAS	MAX.	MIN.
5"	+15.0	-12.5
4"	+15.0	-12.5

Cuadro Nº 4

2.2.3.4.4 Rectitud

La medición de las desviaciones realizarse empleando una lienza o alambre, tensado de extremo a extremo de la tubería, cada 90 grados del diámetro. Cualquier desviación respecto de la lienza no debe exceder el 0.2% de la longitud de la tira.

Si una tira de cañería falla en el cumplimiento de este requisito, todas las demás tiras del lote deben ser revisadas.

2.2.3.4.5 Extremos

Los extremos de las tiras deben ser levemente biselados con un ángulo de 30° respecto de una línea perpendicular al eje de la tubería. El espesor de la raíz o talón debe ser de 1.5 mm \pm 0.75 mm.

Los extremos de la tubería deben ser maquinados perpendicularmente respecto del eje longitudinal de ésta. La máxima desviación aceptable será de 1.5 mm.

2.3 PROCESO DE SOLDADURA

Comprende la especificación escrita y detallada de los procesos, métodos, variables operativas, posiciones, diseño geométrico, características físicas químicas del material base y de aporte, con el objetivo de definir la construcción básica de una unión soldada.

2.3.1 Defecto de la soldadura.

Se denomina a la discontinuidad cuya naturaleza, forma, tamaño, orientación, localización o efecto acumulativo supera los criterios de aceptación de la presente Instrucción Técnica.

2.3.2 Socavación.

Se considera a la discontinuidad en el borde de la soldadura, causada por el exceso de calor y orientación inadecuada del arco eléctrico.

2.3.3 Porosidad

En toda cavidad, discontinuidad, formada por gas atrapado durante la solidificación del metal líquido. Generalmente se presenta en forma esférica y cilíndrica. La porosidad es un indicativo del nivel de humedad de los consumibles utilizados (fisuración por hidrógeno), grado de contaminación del metal base.

2.3.4 Fusión Incompleta.

Viene a ser la falta de unión metalúrgica y estructural entre el material base y el de aporte.

2.3.5 Especificación Técnica.

Es el documento que establece los requisitos de calidad aplicable a la soldadura bajo las cuales las uniones serán evaluadas.

2.3.6 Criterios de Aceptación o Rechazo.

Son las definiciones establecidas por la norma o código aplicables como patrón, para aceptar o rechazar una discontinuidad detectada en la inspección visual del cordón de soldadura.

2.3.7 Métodos de inspección.

2.3.7.1 Inspección Visual.

Durante y después del proceso de soldado de cada pieza, se deberá verificar el estado del cordón de soldadura de manera visual, y sobre la base del defecto se coordinará la acción inmediata o correctiva posterior.

La inspección visual no se preocupa del proceso final, sino de todo el proceso, desde la etapa previa al

desarrollo del trabajo hasta la entrega del producto al cliente.

Las tres categorías de inspección visual que se realizan son:

- Previa al proceso de soldadura.
- Durante el proceso de soldadura.
- Posterior al proceso de soldadura.

2.3.7.1.1 Inspección previa al proceso de soldadura.

Es la actividad que permite detectar muchos de los problemas que se presentarán posteriormente, el inspector de Control de Calidad deberá concentrarse en los siguientes puntos:

- Revisión de planos y especificaciones.
- Chequeo de los procedimientos y del personal involucrado.
- Establecimiento de puntos de inspección.
- Revisión del material a emplearse.
- Verificación de discontinuidades en el material base.
- Verificación de tolerancias dimensionales y de alineamiento.

2.3.7.1.2 Verificación durante el proceso de soldadura.

En la práctica constituye el primer control que se realiza en una junta soldada. Los principales aspectos a controlarse son:

- Verificación del proceso de soldadura y el procedimiento de aplicación.
- Calidad del pase de raíz.
- Preparación de raíz previa a la soldadura del lado opuesto.
- Secuencia de la soldadura.
- Limpieza entre pases.
- Correcta regulación de parámetros de soldadura.
- Selección del electrodo y equipo, en perfecto estado de operación.

2.3.7.1.3 Inspección después del proceso de soldadura

En esta etapa se comprobaba si se han inspeccionado adecuadamente las dos etapas anteriores. El inspector debe prestar especial atención no solamente a los aspectos cuantificables con instrumentos, sino también a los procedimientos post-soldadura,

Los puntos de verificación más importantes son:

- Apariencia final del depósito de soldadura.
- Dimensiones finales y tolerancias dimensionales.
- Longitud del depósito de soldadura.
- Distorsiones en la pieza o estructura soldada.

Las inspecciones se efectuarán diariamente y la corrección de los cordones que se encuentren “no conformes” será en lo posible corregida a la brevedad posible en coordinación con el Supervisor de obra.

En caso que se pida expresamente que el porcentaje de inspección de soldadura sea del 100% los cordones deberán ser numerados y documentados.

2.3.7.2 Discontinuidades y Defectos en las uniones Soldadas.

Podemos mencionar como las más importantes las siguientes discontinuidades y defectos en las uniones soldadas:

- Porosidad.
- Agrietamiento.
- Falta de penetración.
- Inclusiones de escoria.
- Fusión incompleta.
- Socavaciones.
- Sobremonta.
- Convexidad del cordón de soldadura.
- Sobreposición de soldadura.

2.3.7.2.1 Tipos de Porosidad

Los tipos de porosidad que se encuentran normalizadas son las siguientes:

- Porosidad dispersa
- Porosidad agrupada
- Porosidad lineal
- Porosidad alargada

2.3.7.2.2 Agrietamientos y Discontinuidades

El agrietamiento es considerado el defecto más crítico, ya que la tensión generada internamente ha sido de tal magnitud que ha excedido la resistencia del material. Las fisuras pueden ocurrir tanto durante la

solidificación del material de soldadura o después de la solidificación.

2.4 REVESTIMIENTO EXTERIOR DE LAS TUBERIAS DE ACERO

La aplicación de un revestimiento exterior para la protección anticorrosivo, de las tuberías deberán ser de Tricapa de polietileno extruído, de alta densidad (HDPE) de acuerdo a la Norma DIN 30670. Se acepta también como alternativa la aplicación de la Norma CAN/CSA Z 245.21-98.

No se deben usar por ningún motivo las cintas adhesivas. Las reparaciones de la manta termocontraible dependerán de los poros o fallas menores que se detecten y serán reparados de acuerdo al procedimiento a emplear, no se deberá de quemar la capa con el nuevo parche que se colocara en dicha reparación.

Si se produce alguna rotura a lo largo de la manta en forma de trizadura, esta se cambiará ésta completamente. Después de cada reparación se pasará el detector de fallas de revestimiento, para que quede conforme a los requerimientos de calidad del producto.

2.5 CONCEPTOS BÁSICOS DE CALIDAD

2.5.1 Calidad:

Conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades explícitas o implícitas preestablecidas.

2.5.2 Aseguramiento de Calidad:

Conjunto de actividades planeadas y sistemáticas, que lleva a cabo una empresa, con el objeto de brindar la confianza apropiada, de que un producto o servicio cumple con los requisitos de calidad especificados.

2.5.3 Control de Calidad:

Viene a ser un conjunto de métodos y actividades de carácter operativo, que se utilizan para satisfacer el cumplimiento de los requisitos de calidad establecidos.

2.5.4 Calidad Total - Excelencia:

Es una estrategia de gestión cuyo objetivo es que la organización satisfaga de una manera equilibrada las necesidades y expectativas de los clientes, de los empleados, de los accionistas y de la sociedad en general.

2.5.5 Administración de la Calidad:

Es la función general de la administración que determina e implanta la política de calidad que incluye la planeación estratégica, la asignación de recursos y otras acciones sistemáticas en el campo de la calidad, desarrollo de actividades operacionales y de evaluación relativas a la calidad.

2.5.6 Políticas de Calidad:

Es un conjunto de ejes conceptuales orientadores y objetivos generales de una empresa relativos a la calidad y que son formalmente expresados, establecidos y aprobados por la alta dirección.

2.5.7 Plan de Calidad:

Es el documento que establece las prácticas operativas, los procedimientos, los recursos y la secuencia de las actividades relevantes de calidad, referentes a un producto, servicio, contrato o proyecto en particular.

2.5.8 Sistema de Calidad:

Estructura organizacional, conjunto de recursos, responsabilidades y procedimientos establecidos para asegurar que los productos, procesos o servicios cumplan

satisfactoriamente con el fin al que están destinados y que están dirigidos hacia la administración de la calidad.

2.5.9 ISO:

Es una abreviación de International Organization for Standardization (ISO), que es la agencia especializada en estandarización. Actualmente abarca los estándares nacionales de 91 países. En los Estados Unidos, la representación se llama The American National Standards Institute (ANSI).

ISO comprende alrededor de 180 Comités técnicos. Cada uno es responsable de una o más áreas de especialización que comprende desde asbestos hasta zinc. El propósito de ISO es promover el desarrollo de la estandarización y actividades mundiales relativas a facilitar el comercio internacional de bienes y servicios, así como desarrollar la cooperación intelectual, científica y económica. Los resultados del trabajo técnico de ISO son publicados como estándares internacionales. En este sentido, la ISO 9000 es producto de dicho proceso.

2.5.10 Series ISO 9000:

Constituyen un grupo de cinco series individuales, pero relacionadas entre si a estándares internacionales de administración de la calidad y aseguramiento de calidad.

Son series genéricas, no específicas para cualquier producto. Pueden usarse igualmente para manufactura y servicios industriales. Estos estándares fueron desarrollados para documentar efectivamente los elementos de sistemas de calidad que son instrumentados para mantener un sistema eficiente de calidad en la empresa. La serie ISO 9000 no especifica la tecnología que debe ser aplicada para la instrumentación de los elementos del sistema de calidad.

Hay algunos beneficios al instrumentar estas series en la empresa. Por ejemplo, esto conducirá a darle calidad al producto o servicio y evitar costos de inspecciones finales, costos de garantías y reprocesos. Adicionalmente, también puede reducir el número de auditorias de los clientes a los procesos de operación. Cada vez más, los clientes aceptan proveedores con sistemas de calidad registrados que han sido evaluados por una tercera persona con base en esos estándares.

2.5.11 La serie ISO 9000.

Cabe señalar que los estándares están en continua revisión, y esta lista en cualquier momento puede sufrir cambios:

ISO 9000-1 Estándares de aseguramiento de calidad y gestión de calidad- Líneas de actuación para selección y uso.

ISO 9000-2 Líneas de actuación para la aplicación de ISO 9001, ISO 9002 e ISO 9003.

ISO 9000-3 Líneas de actuación para la aplicación de ISO 9001 al desarrollo, suministro y mantenimiento del software.

ISO 9001 Sistemas de calidad -Modelo para aseguramiento de calidad en diseño/desarrollo, producción, instalación y servicio post-venta.

ISO 9002 Sistemas de calidad -Modelo para aseguramiento de calidad en producción e instalación

ISO 9003 Sistemas de calidad -Modelo para aseguramiento de calidad en inspección final y pruebas.

ISO 9004-1 Gestión de calidad y elementos del sistema de calidad -Líneas de actuación.

ISO 9004-2 Gestión de calidad y elementos del sistema de calidad -Líneas de actuación para servicios.

2.6 HERRAMIENTAS ADMINISTRATIVAS BASICAS PARA LA CALIDAD.

La implementación de un sistema de calidad con certificación internacional es un paso muy importante hacia la calidad total, pero una vez alcanzada esa meta existen una serie de herramientas muy importantes al momento de consolidar el camino de la mejora continua.

Entre las herramientas de calidad tenemos:

2.6.1 Diagrama de Pareto:

Esta herramienta se usa para visualizar rápidamente qué factores de un problema, qué causas ó qué valores en una situación determinada son los más importantes y cuáles de ellos hay que atender en forma prioritaria, a fin de solucionar el problema o mejorar la situación.

Resulta más económico disminuir los problemas que representan el mayor peso en una situación, que eliminar por completo los defectos con menor peso.

Se presentan en forma gráfica los principales factores que influyen en una situación, así como el porcentaje que corresponde a cada uno de estos factores, también se incluye el porcentaje acumulativo. De esta forma la gráfica facilita la identificación de los puntos en los que se debe actuar prioritariamente.

Ejemplo de aplicación

En el montaje de tuberías la soldadura es la causa que se desea analizar. Los cuales seran los defectos mas frecuentes que aparecen en la producción, tanto material como los equipos.

Para esto, se empezó por clasificar todos los defectos posibles en sus diversos tipos:

Tipo de Defecto	Detalle del Problema	Frec.	Frec. %
Soldadura defectuosa	Electrodos húmedos, amperaje alto	36	40.9
Maquina de soldar defectuosa	Baja de tensión.	27	30.7
Porta electrodos defectuosos.	Porta electrodos rotos o desgastados.	9	10.2
Cable no pasa corriente.	Recalentamiento de cable trifásico.	5	5.7
Hornos portátiles para electrodos no funciona	Cable mal conectado.	4	4.5
No funciona chupón de maquina de soldar	Al enchufar no enciende maquina de soldar.	2	2.3
Herramientas malogradas	Herramientas inservibles	2	2.3
Personal Deficiente.	Falta de experiencia en el área de trabajo.	1	1.1
Mala Nivelación	Juntas armadas mal armadas	1	1.1
Maquina de soldar no enciende	Falta de limpieza y/o recalentamiento	1	1.1
Mantas deficientes.	Mantas para cubrir soldadura en mal estado.	0	0.0
Otros	Otros Defectos no incluidos en los anteriores.	0	0.0
Total:		88	100

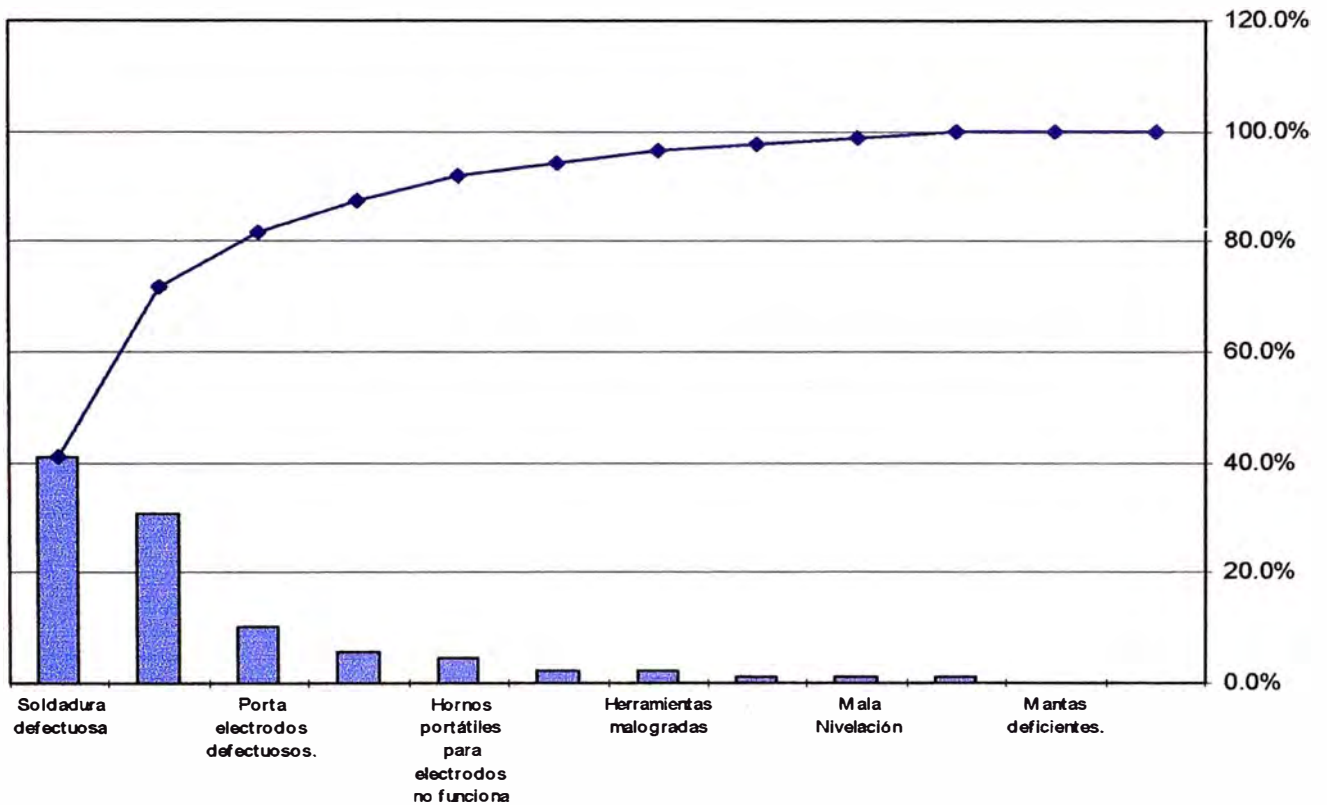


Fig. Nº 1 Diagrama de Pareto

2.6.2 Diagrama de causa-efecto de ishikawa:

El propósito de esta herramienta es expresar gráficamente el conjunto de factores causales que interviene en una determinada característica de calidad.

Fue desarrollado por el Dr. Kaoru Ishikawa en 1960 al comprenderse que no era predecible el resultado o efecto de un proceso sin entender las interrelaciones causales de los factores que influyen en él.

Al identificar todas las variables o causas que intervienen en el proceso y la interacción de dichas causas, es posible comprender el efecto que resulta, algún cambio que se opere en cualquiera de las causas.

Las causas identificadas se expresan mediante un gráfico integrado por dos secciones:

La primera sección, constituida por una flecha principal hacia la cual convergen otras flechas. Consideradas como ramas del tronco principal, y sobre las que inciden nuevamente flechas más pequeñas (las sub.-ramas). En esta primera sección quedan organizados de los factores causales.

La segunda sección está conformada por el nombre de la característica de calidad. La flecha principal de la primera sección apunta precisamente hacia este nombre, indicando con ello la relación causal que se da entre el conjunto de factores con respecto a la característica de calidad.

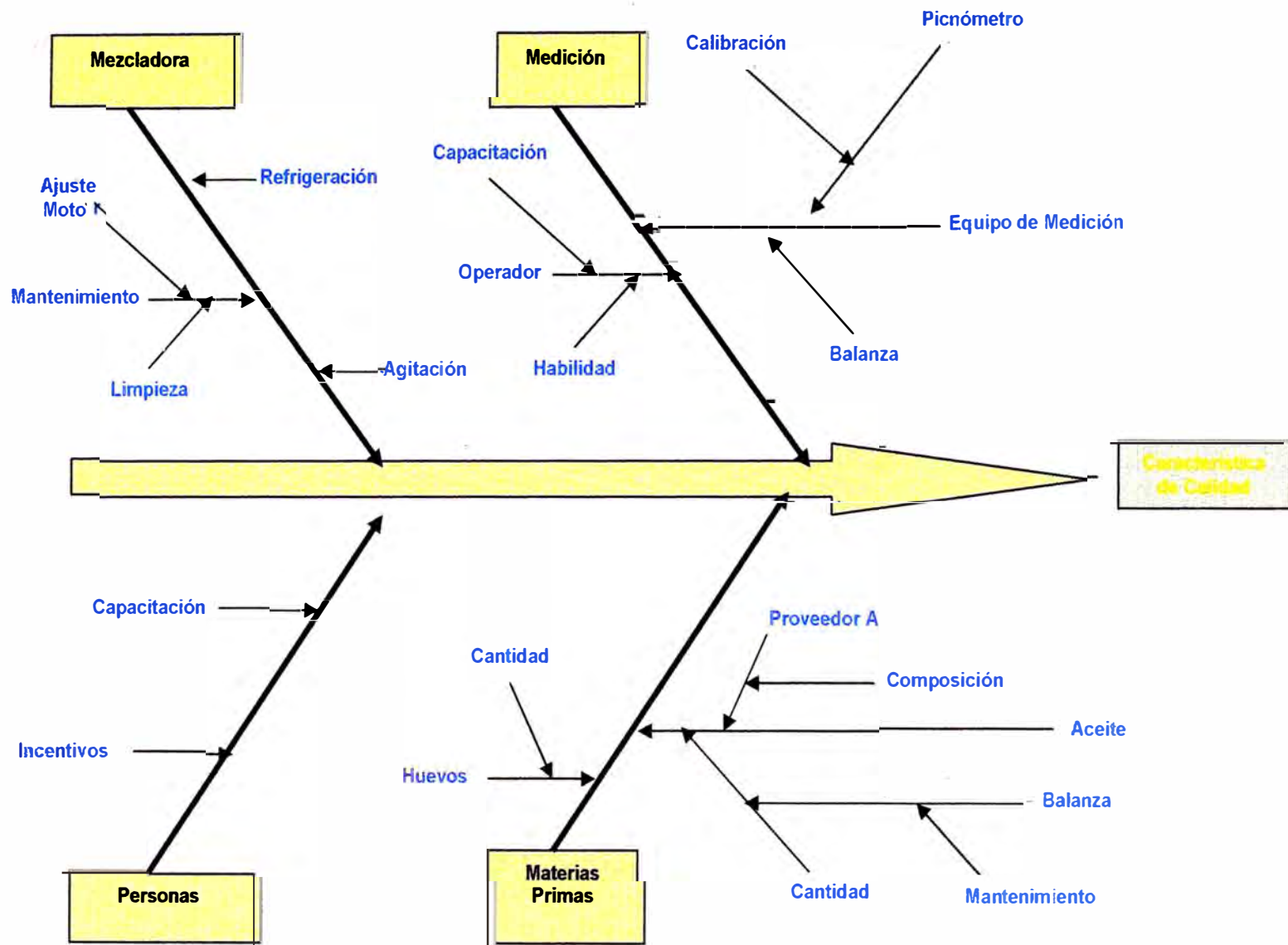


Fig. Nº 2 Diagrama Causa – Efecto de Ishikawa

2.6.3 Histograma:

En esta herramienta de calidad mediante el cual se ordenan las muestras tomadas de un conjunto, en tal forma que se vea de inmediato con qué frecuencia ocurren determinadas características que son objeto de observación. En el control estadístico de la calidad, el histograma se emplea para visualizar el comportamiento del proceso con respecto a ciertos límites.

En cualquier estudio estadístico es muy frecuente sacar muestras aleatorias de una población para ver en qué grado la población cumple con alguna característica.

Para ello se ordenan las muestras y se agrupan bajo el criterio de que encajen dentro de determinados intervalos.

Las muestras que están dentro de estos intervalos integran subconjuntos denominados clases. Los límites de los intervalos se designan fronteras de clase. A la cantidad de muestras de una clase se le designa frontera de clase.

El histograma se construye tomando como base un sistema de coordenadas. El eje horizontal se divide de acuerdo a las fronteras de clase. El eje vertical se gradúa para medir la frecuencia de las diferentes clases.

Estas se presentan en forma de barra que se levantan sobre el eje horizontal. Por lo general, el ordenamiento de las barras en un histograma toma la forma de una campana, es decir, a partir

de una barra de mayor altura ubicada en el centro, las barras de ambos lados se disminuyen gradualmente de altura. Esto se debe a que la frecuencia con que ocurre la característica, objeto de observación, tiene casi siempre una tendencia central.

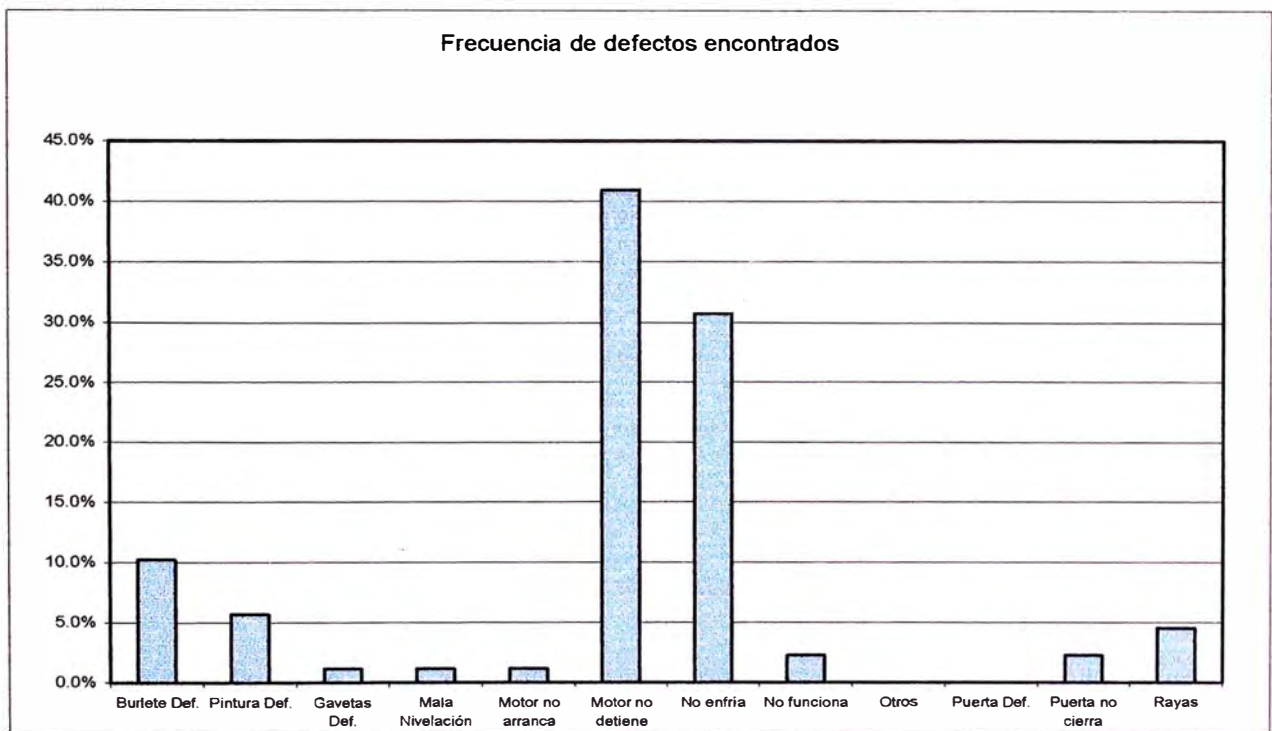


Fig Nº 3 Histograma

2.6.4 Estratificación:

Herramienta estadística que clasifica los datos en grupos con características semejantes. A cada grupo se le denomina estrato. La clasificación tiene por objeto identificar el grado de influencia de determinados factores o variables en el resultado de un proceso. La situación que en concreto va a ser analizada

determina los estratos a emplear. La forma más común de presentar la estratificación es el histograma.

2.6.5 Hojas de verificación:

En el control estadístico de la calidad se hace uso cotidiano de las hojas de verificación, ya que es necesario comprobar si se han recabado los datos solicitados o si se han efectuado determinados trabajos. Se utilizan para verificar: la distribución del proceso de producción, los defectos, la causa de los defectos, la localización de los defectos, confirmar si se ha hecho las verificaciones programadas.

2.6.6 Diagrama de dispersión:

Para el mejor control de un proceso y por ende poder mejorarlo, es necesario conocer la interrelación entre las variables involucradas. Estos diagramas muestran la existencia o no de una relación entre dichas variables. La correlación entre dos variables puede ser positiva si las variables se comportan en forma similar (crece una y crece la otra) o negativa, si las variables se comportan en forma opuesta (aumenta una, disminuye la otra).

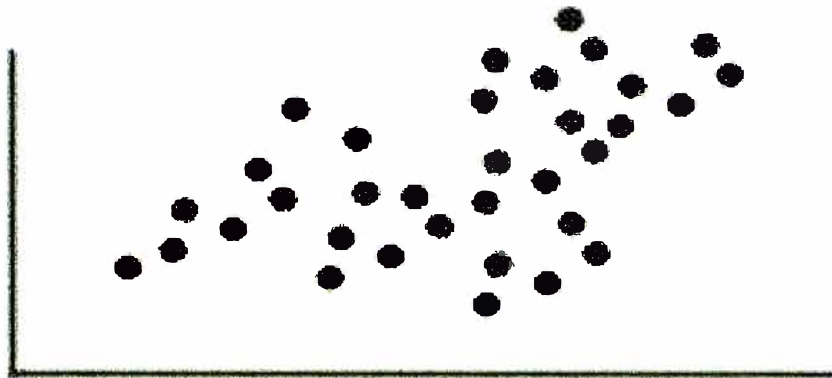


Fig. N° 4 Diagrama de dispersión

2.6.7 Corridas y graficas de control:

Las corridas permiten evaluar el comportamiento del proceso a través del tiempo, medir la amplitud de su dispersión y observar su dirección y los cambios que experimenta. Se elaboran utilizando un sistema de coordenadas, cuyo eje horizontal indica el tiempo en que quedan enmarcados los datos, mientras que el eje vertical sirve como escala para transcribir la medición efectuada. Los puntos de la medición se unen mediante líneas rectas.

Se puede medir la amplitud de la dispersión de los datos transcritos en una corrida, si se proyecta, al final de la misma, un histograma y se dibuja la curva que nace de dicho histograma. Las gráficas de control son herramientas estadísticas más complejas que permiten obtener un conocimiento mejor del comportamiento de un proceso a través del tiempo, ya que en ellas se transcriben tanto la tendencia central del proceso como la amplitud de su variación.

Las graficas están conformadas por dos corridas en paralelo, una de ellas, la que se coloca en la parte superior se destina a graficar una medida de tendencia central, que puede ser la medida aritmética o la mediana, y la otra, colocada en la parte inferior se destina a graficar estadísticos que miden el rango de dispersión con respecto a dicha medida central.

Estos estadísgrafos pueden ser:

El rango muestral o la desviación estándar de la muestra. En ambas corridas se señalan tres límites: el superior, el medio y el inferior.

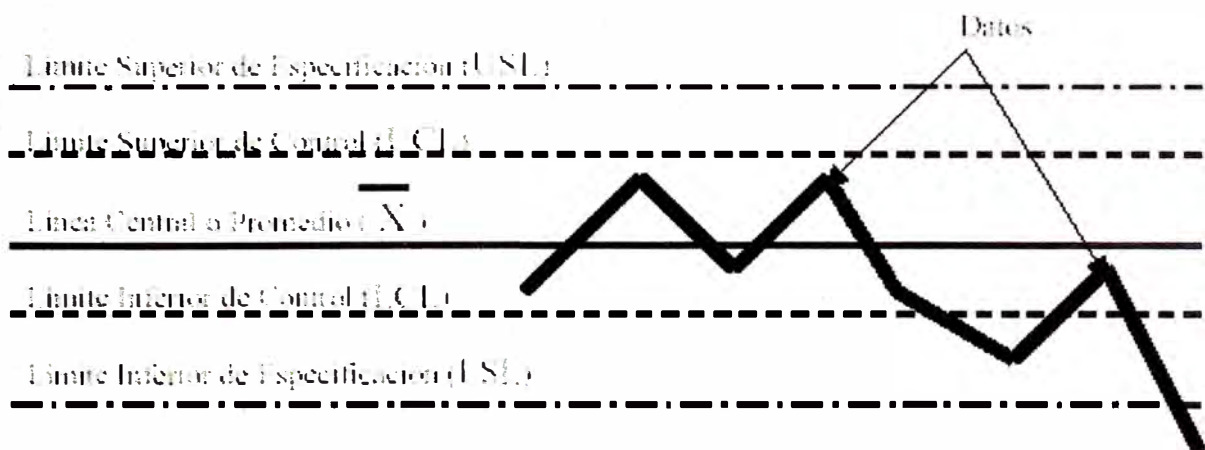


Fig. Nº 5 Grafica de control

2.7 LAS NUEVAS HERRAMIENTAS ADMINISTRATIVAS PARA ADMINISTRAR LA CALIDAD.

2.7.1 Diagrama de afinidad.

Sirve para sintetizar un conjunto más o menos numeroso de opiniones, pues las agrupa en pocos apartados o rubros. Este diagrama se basa en el hecho de que muchas opiniones son afines entre sí y de que, por tanto, se pueden agrupar en torno a unas cuantas ideas generales.

El procedimiento para elaborar el diagrama de afinidad es el siguiente:

1. Cada una de las opiniones se escribe en una única ficha.
2. Se agrupan las fichas que expresan la misma opinión.
3. Se escribe en otra ficha la síntesis de las fichas que expresan opiniones semejantes sobre un mismo tema.
4. Se vuelve a escribir una síntesis de las fichas del paso anterior en una única ficha, ésta contendrá la idea general de las opiniones.

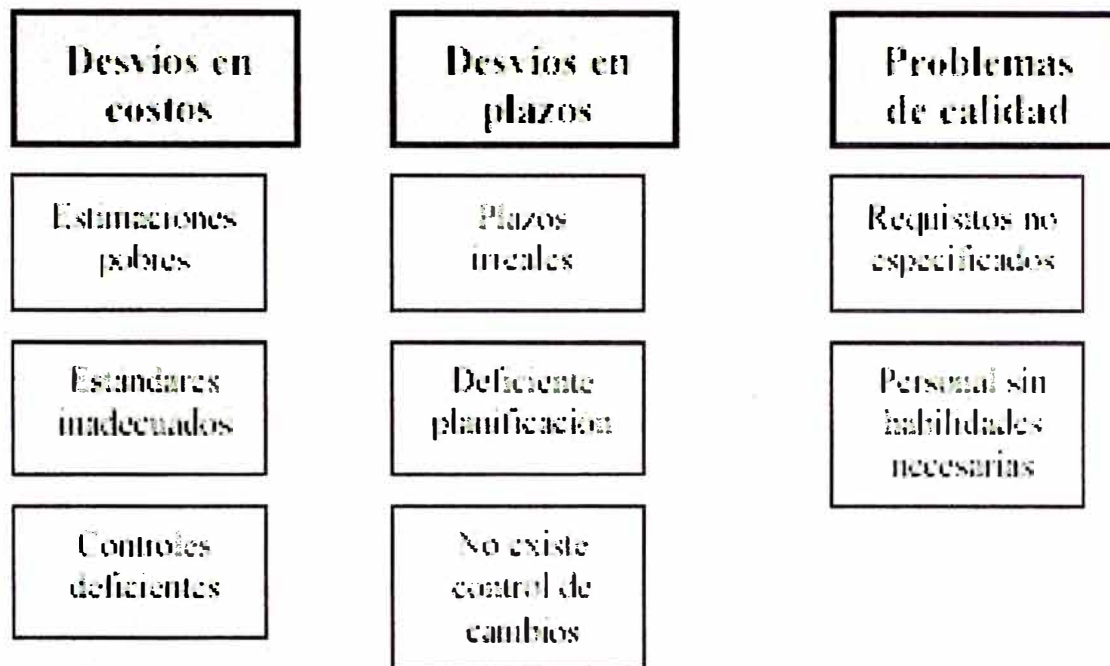


Fig. N° 6 Diagrama de Afinidad

2.7.2 Diagrama de relaciones.

Permite obtener una visión de conjunto de la complejidad de un problema. Presenta qué causas están relación con determinados efectos y cómo se relacionan entre sí diferentes conjuntos de causas y efectos.

Procedimiento de elaboración:

1. Enunciar el problema por escrito.
2. Listar las causas probables del problema, encerrar cada causa en un círculo.
3. Identificar el resultado que corresponde a cada causa, cada resultado se escribe y se encierra en un círculo.
4. Relacionar la causa con su resultado con una flecha.

5. Cuando un resultado es causa de otro resultado, se pone una flecha partiendo del resultado-causa hacia el resultado correspondiente.

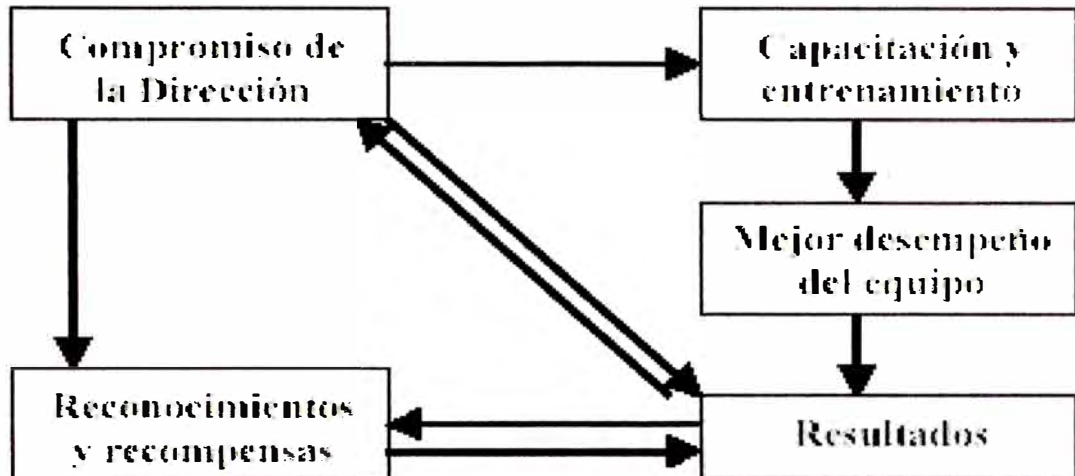


Fig. Nº 7 Diagrama de Relación

2.7.3 Diagrama del árbol.

Empleado para obtener una visión de conjunto de los medios mediante los cuales se alcanza una determinada meta. Se logra mediante una organización sistemática de metas y los medios para alcanzarlas. Muy útil para presentar el conjunto organizado de medidas con las que se pretende lograr un determinado objetivo o propósito.

Similar al diagrama de relaciones, en el diagrama de árbol cada medio se convierte a su vez en una meta a alcanzar.

Procedimiento de elaboración:

1. Enunciar claramente la meta a alcanzar y ponerla por escrito.

2. Identificar los medios para alcanzar la meta y ponerlo por escrito.
3. Dado que los medios identificados se vuelven a su vez en una meta a alcanzar, se identifican después los medios para alcanzar la nueva meta y así sucesivamente.

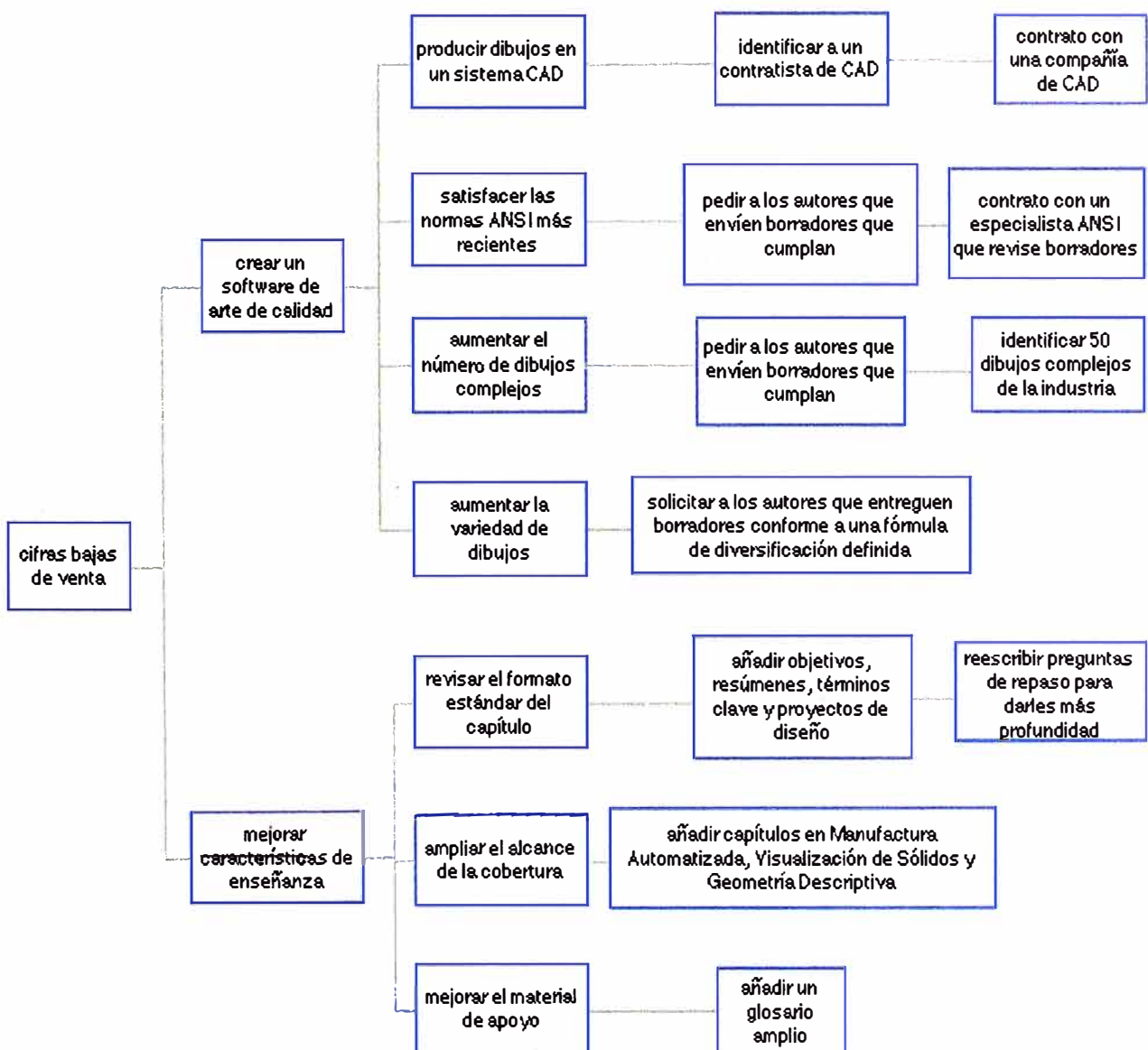


Fig. Nº 8 Diagrama del árbol

2.7.4 Matrices

Se emplean para facilitar la identificación de la relación que pueda existir entre los factores de un problema, dado que son esquemas que permiten relacionar, mediante un sistema de columnas e hileras, los diferentes elementos o factores del problema que se analiza. El análisis se realiza con el propósito de identificar las acciones más convenientes a tomar para solucionar el caso en estudio.

Descripción para la construcción de una matriz tipo L:

1. Identificar los dos factores o aspectos a relacionar entre sí y escribirlos en el ángulo superior izquierdo del diagrama, separados por una línea diagonal.
2. Desarrollar por temas cada uno de dichos aspectos. Los títulos de los temas mediante los cuales se desarrolla el aspecto colocado debajo de la diagonal pasan a ser los encabezados de la primera columna, los títulos de los temas mediante los cuales se desarrolla el aspecto colocado arriba de la diagonal pasan a ser los encabezados de la primera hilera.
3. Se procede ahora a llenar cada uno de las celdas de la matriz con los datos correspondientes.

2.7.5 Análisis matricial para la segmentación de mercado.

Esta herramienta ayuda a encontrar diferencias significativas en los diferentes segmentos del mercado y propicia la generación de un diagrama general para ubicar productos ya existentes y para compensarlos en relación con otros productos que se piensa introducir en el mercado bajo una serie de hipótesis.

Se tiene como punto de partida los datos, obtenidos mediante entrevistas, encuestas y cuestionarios, mediante los cuales es posible estimar la sensibilidad promedio de los diferentes grupos que constituyen un mercado con respecto a toda una serie de productos.

El análisis matemático del que se deriva la generación de una matriz de correlación implica el uso de herramientas estadísticas que evalúan la sensibilidad de un estrato del mercado con respecto a otro. La magnitud del coeficiente de correlación da una apreciación del cambio que sufre un segmento cuando el otro ha cambiado. El signo, según sea positivo o negativo, indica que dicho cambio tiene una tendencia a aumentar o a disminuir.

Procedimiento:

1. Elaborar la matriz que ordena en columnas e hileras los datos por analizar.

2. Construir una matriz de correlación de cada grupo de evaluadores.
3. Se obtiene el espectro o gama de valores característicos y sus correspondientes vectores a fin de poder clasificar y segmentar los gustos.

2.7.6 Diagrama de actividades.

Empleado para visualizar los problemas pueden surgir en la realización de un determinado programa de acción, con qué medidas se pueden prevenir tales problemas y cuál es la mejor manera de solucionarlos.

Procedimiento de elaboración:

1. Identificar la actividad primera de la cual parte un proceso.
2. Plantear las actividades siguientes una seguida de la otra en forma descendente, ordenadas en su sucesión lógica.
3. Formación de la rama principal.
4. Identificación de las actividades en las que pueden aparecer alternativas. Éstas se escriben a los lados de la rama principal del diagrama.
5. Complementar los procesos laterales que surgen por la posibilidad de alguna alternativa, enumerando la serie de actividades que en esas situaciones es necesario hacer.

- Integrar cada proceso lateral con la rama principal del diagrama a la etapa del proceso general a la que corresponda.

2.7.7 Diagrama de flechas

Se utiliza para visualizar el tiempo durante el cual deben llevarse a cabo las diferentes actividades que requiere el desarrollo de un plan.

Se elabora con base a una matriz que integra las diferentes actividades a realizar y los plazos durante los cuales deben llevarse a cabo dichas actividades.

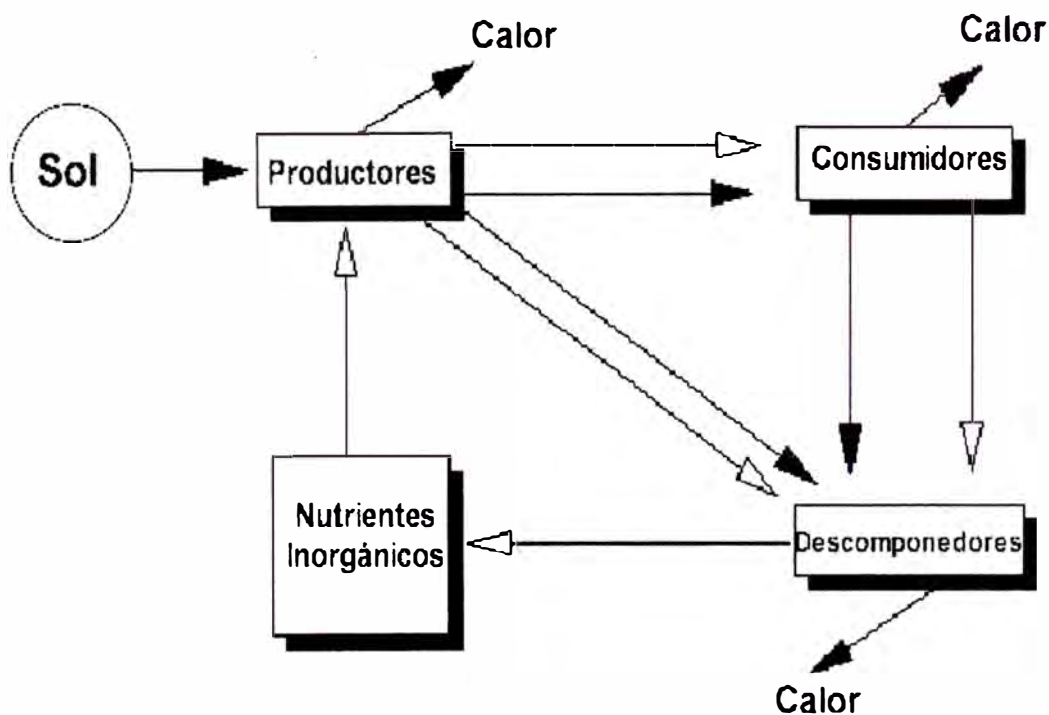


Fig. N° 8 Diagrama de Flechas

CAPITULO III

PLANTEAMIENTO DEL PLAN DE CALIDAD

3.1 ALCANCE DEL PLAN

El plan de calidad servirá para desarrollar el cumplimiento contractual entre Cemprotech S.A.C. y Empresa Minera Iscaycruz. Además, mediante este sistema se establecerán acciones sistemáticamente planificadas, necesarias para proveer de adecuada confianza al producto final, satisfaciéndose los requisitos de control de calidad en el montaje de tuberías.

El plan de calidad será diseñado cumpliéndose con los requerimientos de la normas ISO 9000:2000.

3.2 PROPOSITO

El propósito de la implementación del plan de calidad es el de prevenir las no conformidades durante el montaje de todos los elementos que conlleven al Reemplazo del Mineroducto Iscaycruz - Lagsaura para el

buen cumplimiento de los requerimientos especificados por el cliente, y administrar un control en el trabajo realizado por la empresa.

3.3 BASE TEORICA

El plan de calidad servirá para demostrar confianza en el montaje del proyecto por Cemprotech SAC en todas las etapas que involucra ésta. El mejoramiento del proceso de montaje, así como la organización del plan de calidad, van a señalar un conjunto de actividades para la satisfacción de los requerimientos de calidad del proyecto.

El plan de calidad es puesto a disposición del gerente general y el jefe de calidad para su revisión, actualización y puesta en vigencia, así como también, será entregado al cliente.

El plan incluye detalles suficientes para cada ítem, describiendo las actividades realizados con una adecuada documentación

3.4 REQUERIMIENTOS DEL PLAN DE CALIDAD.

Este documento se adaptará a las situaciones y circunstancias de las actividades relativas a la calidad del Montaje de tuberías de Reemplazo del Mineroducto Iscaycruz - Lagsaura.

En el plan se indicarán todos los requisitos y controles necesarios, para satisfacer que se satisfagan las necesidades de todas las personas involucradas en el proceso de montaje, cubriendo todos los

requerimientos del trabajo a realizar, desde la recepción de la orden hasta el término final de la obra.

3.5 PROCEDIMIENTO EJECUTIVO DE CALIDAD

3.5.1 Control de proceso.

3.5.1.1 Objetivo.

Identificar, planear y dar servicio a los procesos de montaje e instalación que directamente afectan la calidad, asegurando que el proceso se realice bajo condiciones controladas.

3.5.1.2 Alcance.

Aplicable al proceso de montaje del Reemplazo del Mineroducto Iscaycruz - Lagsaura a efectuarse en campo.

3.5.1.3 Responsables

a. Gerente de Proyecto

- Mantiene el control del proyecto y de los materiales.
- Supervisa el avance de la ingeniería de detalle.

- Supervisa el avance de la producción, para mantenerlo dentro del programa de trabajo acordado.
- Selecciona al personal del proyecto, tanto en el área técnica como administrativa y de producción.

b. Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

- Coordina con producción los procedimientos de control.
- Mantiene los procedimientos bajo documentación controlados.
- Responde por el plan de calidad.
- Analiza los registros de desempeño que se basan en los controles como las puntas claves del proceso de montaje de las tuberías.
- Provee instrucciones de proceso e instrucciones de trabajo.
- Organizará mecanismos de monitoreo de calidad.
- Mantiene control permanente sobre los documentos y datos del proyecto, para garantizar que solamente se utilicen aquellos que estén vigente.

c. Jefe de Campo

- Asegura que sólo aquellos operadores con el nivel apropiados de habilidades serán empleados en el proceso de montaje de tuberías.
- Supervisará la capacidad de todos los operadores en cuanto a las habilidades que posean para cumplir con los requerimientos de las normas y del trabajo de campo.
- Asegura el cumplimiento de las normas apropiada utilizando la documentación oficial.
- Planifica el proceso de montaje en campo, niveles de personal, herramientas equipos y procedimientos.
- Mantiene el equipo de proceso a un nivel aceptable, utilizando, criterios predeterminados y procesos de mantenimiento.
- Organiza las diferentes frentes de trabajo de montaje.
- Responsable técnico y operativo del proyecto.
- Coordina las diferentes actividades del personal a ser cargo.
- Planifica las diferentes actividades de montaje de acuerdo con las necesidades del cliente.

- Distribuye el trabajo entre los diferentes operarios, oficiales y ayudantes de montaje.
- Prepara y entrega informes diarios de producción.
- Supervisa al personal a su cargo y coordina con ellos el trabajo de todos los días.
- Instruye a los operarios, oficiales y ayudantes que lo requieran.
- Suministra las orientaciones técnicas al equipo de trabajo.
- Autoriza los movimientos de materiales.
- Verifica la existencia de recursos de producción adecuados, para el avance de obra.
- Autoriza el ingreso y retiro de materiales del almacén.
- Responde por el suministro oportuno de materiales a los frentes de montaje.
- Mantiene control sobre los insumos que se requieren en obra.

d. Jefe de control de calidad

- Inspecciona materiales al ingreso a campo.
- Inspecciona los productos cuando se encuentran terminados.

- Inspecciona los procedimientos durante el proceso de armado de las tuberías.
- Verifica las condiciones de almacenamiento de los materiales e insumos de montaje en obra.
- Revisa el correcto funcionamiento de los diversos equipos de soldadura.
- Verifica que se cumplan los procedimientos de soldadura.
- Verifica la penetración de las soldaduras.
- Presencia los ensayos no destructivos (END) y partículas magnéticas cuando se requiere.
- Efectúa ensayos de tintes penetrantes.
- Prepara informes de calidad de soldadura.
- Autoriza el correcto proceso de soldadura de las tuberías para todos los frentes de montaje.
- Completa los registros de calidad de soldadura de cada junta soldada.
- Registra el nombre del soldador que interviene en cada junta de soldadura.
- Completa los registros de calidad del doblado de la tubería.
- Completa los registros de calidad del manteado y prueba hidráulicas.

- Los demás procedimientos específicos del proyecto para trabajos efectuados por Cemprotech SAC serán desarrollados por el jefe de Campo.

e. Jefe de Logística

- Prepara las guías de remisión.
- Verifica que los materiales, herramientas y equipos a utilizar estén en perfecto estado de operatividad.
- Prepara informe periódico de consumibles, herramientas y equipos operativos.

3.5.1.4 Especificaciones y Procedimientos aplicables

Las especificaciones y procedimientos aplicables para el proyecto se detallan a continuación:

- Procedimiento de manipuleo, transporte de materiales y desfile de tuberías.
- Especificación general de corte.
- Especificación general de soldadura.
- Procedimiento de curvado de tubería en frío.
- Especificación general de instalación y reparación de mantas termocontraíbles.

- Procedimiento de Pruebas Hidráulicas en tuberías.

3.5.1.5 Registros de Calidad

Estos son:

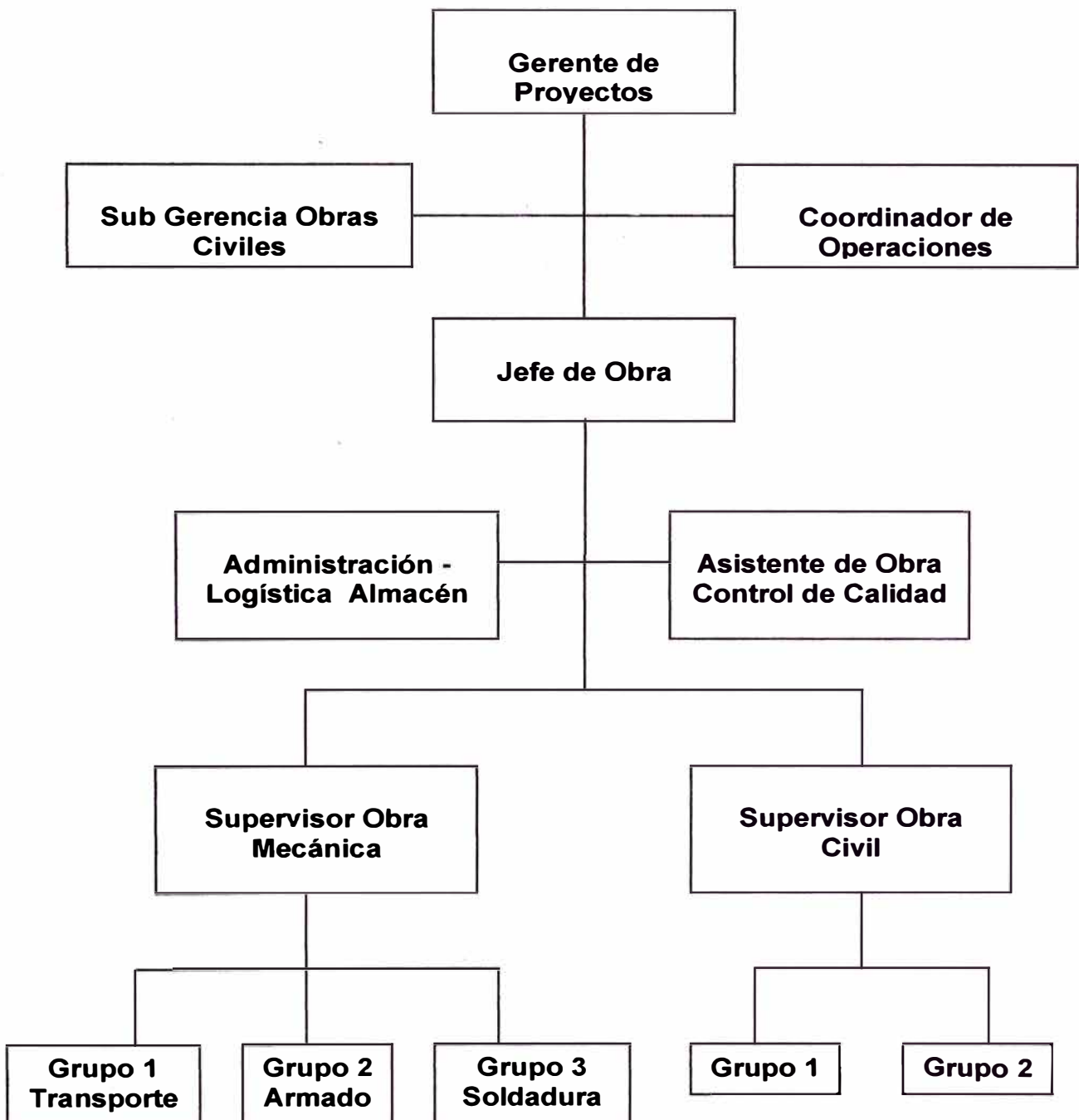
- Registro de manipuleo, transporte y desfile de tuberías
- Registro de programa de corte
- Registro de reporte diario de soldadura
- Registro de curvado en frío
- Registro de recubrimiento con manta termocontraible.
- Registros de Pruebas Hidráulicas

3.6 CONTROL DE CALIDAD EN EL MONTAJE DE TUBERIAS

Para el montaje de tuberías se deberán seguir los procedimientos de Calidad acordes con los trabajos que se desarrollarán durante el proyecto, tomándose en cuenta las especificaciones de los fabricantes, especificaciones técnicas del proyecto y estándares de calidad que se deberán aplicar para el correcto trabajo de este proyecto.

La Calidad es “ajustarse a las especificaciones” según Crosby (Soin:1997). Por lo tanto en este proyecto la calidad ocupa un papel estratégico en el trabajo a desarrollar ya que a través de ésta es posible mejorar la posición competitiva y el desempeño general.

3.6.1 Organigrama del proyecto



3.6.2 Almacenamiento, Recepción y Manipuleo de tuberías

Para el almacenamiento:

Las tuberías serán descargadas en Iscaycruz y Lagsaura respectivamente según lo siguiente. Desde la cabeza del mineroducto hasta la localidad de Curay se descargarán en Iscaycruz (17 KM). Desde Curay hasta Lagsara se depositarán en los almacenes de Lagsaura.

Manipuleo:

El manipuleo de las tuberías se realizará con el apoyo de un cargador frontal para su descarga en Lagsaura e Iscaycruz.

El manipuleo de las tuberías para su tendido se realizará con el apoyo de un camión grúa de 8 TM tracción 4x4; para la maniobra se utilizarán eslingas de tela de capacidad suficiente.

3.6.3 Curvado de Tuberías.

Descripción del Procedimiento.

El curvado de las tuberías se realizará en el sitio según el requerimiento del terreno.

Se utilizará una prensa hidráulica fabricada para este fin.

Las machinas de la dobladora estarán recubiertas con un material que no maltrate el revestimiento de los tubos.

Se tomarán tantos puntos de dobleces como sean necesarios de tal forma que las curvas formadas sean lo más suaves posibles y el tubo no muestre grietas.

Se presentarán planos en CAD donde mostraran con detalle las curvas típicas obtenidas.

3.6.4 Alineamiento de tuberías

Descripción del Procedimiento.

Las tuberías deberán alinearse sobre los durmientes de madera que se ubican sobre la zanja

Se armarán varillones de ocho tubos según se indica en la secuencia de montaje típico.

Se alinearán los tubos con grampas de montaje, dejando la luz entre talones de acuerdo a lo indicado en el procedimiento de soldadura.

Para aproximar las tuberías en sus extremos se utilizarán tecles ratchet de 1 TM con eslingas de tela para no maltratar el recubrimiento del tubo.

Se precalentará la junta como se indica en los procedimientos de soldadura.

Se asegura la nivelación y alineación dando el pase de raíz de acuerdo al procedimiento de soldadura. Precalentar la junta antes del pase de raíz como se indica en los procedimientos de soldadura.

3.6.5 Soldadura.

Descripción del Procedimiento

Este procedimiento se complementa con la especificación técnica de soldadura adjunta y los formatos de control de calidad adjuntos.

Se llevarán registros del plan de aseguramiento de calidad, mediante formatos, aquí solo se mencionan los relacionados con la soldadura.

Reporte diario de soldadura, en el que se registrará:

- Tramo de la línea
- Código de la junta
- Código del soldador
- Tipo de tubería

Inspección visual, en el que se registra discontinuidades en:

- Pase de raíz
- Pase en caliente
- Pases de relleno

Toma de datos de soldadura, en el que se registrará:

- Los datos de la soldadura en cada una de las juntas
- Código de la junta
- Tipo de electrodo

- Voltaje
- Amperaje polaridad
- Temperatura de precalentamiento

Reparaciones de soldadura, en el que se registrará:

- Código de la junta
- Código del soldador
- Tipo de discontinuidad
- Tipo de reparación
- Resultados de la reparación

En cada junta se registrará con el marcador de metales, el código de la junta, cuño del soldador, la fecha de ejecución, y las iniciales del supervisor que aprueba la inspección.

Instalar la carpa de lona en la junta a soldar para proteger la Limpieza del pase de raíz con disco abrasivo y esmeril angular de 4.5"

Precalentamiento de la junta con el equipo de calentar oxiacetileno y controlar de temperatura con pirómetro digital de rayos infrarrojos como se indica en el procedimiento de soldadura.

Proceder con el pase en caliente de acuerdo al procedimiento de soldadura aprobado.

Limpieza del pase en caliente con escobilla circular de alambre trenzado y esmeril angular 4.5"

Proceder con los pases de relleno de acuerdo al procedimiento de soldadura aprobado.

Entre pases de relleno realizar la limpieza con escobilla circular de alambre trenzado y esmeril angular de 4.5"

Terminada la soldadura, colocar mantas térmicas en la junta, para controlar que el enfriamiento sea lento en la soldadura.

La soldadura de las juntas en lo posible se completará en la jornada de trabajo, en el supuesto que no se pueda continuar se realizará como mínimo el pase de raíz, el pase en caliente y el 50% de los pases de relleno.

Al día siguiente se completará el pase de relleno previo precalentamiento de la junta como se indica en el procedimiento de soldadura.

No se soldará ninguna junta cuando el tiempo se encuentre lluvioso.

3.6.6 Aplicación de manta termocontraible

Descripción de procedimiento.

Precalentar la superficie del metal y del revestimiento de línea hasta alcanzar una temperatura no menor de 60° C ni mayor a 100° C para asegurar una buena adherencia.

Verificar la temperatura de precalentamiento con termómetro, evitando el uso de lápices o indicadores que contaminen la superficie.

Se coloca la manta termocontraible, centrándola sobre la unión soldada y envolviéndola flojamente, dejando una separación aproximada de 25 mm. entre la tubería y la manta. El borde con los ángulos recortados debe ubicarse en las "10" o las "2", posición del reloj en la sección de la tubería. La superposición o traslape de la junta de cierre debe ser de por lo menos 50 mm.

Se aplicará el parche de cierre sobre el traslape, calentándolo en la parte del adhesivo por 1 ó 2 segundos, con fuego directo. Colocararlo centrado sobre el borde expuesto en el final de la manta termocontraible.

Una vez instalado en la junta de cierre (traslape) de la manta termocontraible se le calienta de un extremo a otro aplicándole una presión uniforme para asegurar una buena adherencia y eliminar el aire atrapado con el rodillo. El "tramado del tejido" del parche de cierre se mostrará visible, como indicativo de que el mismo ha sido calentado hasta la temperatura mínima requerida.

Empiece a calentar a partir del centro de la manta termocontraible hacia uno de sus extremos, calentando en forma circunferencial alrededor de la tubería y en constante movimiento para evitar que la manta termocontraible se quemé,

luego ir hacia el otro extremo. Evite mantener la llama perpendicular a la manta termocontraible.

Asegúrese que toda la manta termocontraible haya sido uniformemente calentada y contraída firmemente alrededor de la tubería.

La posibilidad de atrapar aire, puede evitarse, pasando el rodillo sobre la manta termocontraible, inmediatamente después de que la misma haya sido contraída sobre toda la superficie y mientras se encuentra aún caliente y blanda expulsando las burbujas de aire.

3.7 CONTROL DE CALIDAD

Para observarse los resultados del control de calidad realizado en el montaje de tuberías se deberán procesarse una serie de registros necesarios que a continuación se presentan

3.7.1 Registros Aplicados

Los registros aplicables en el montaje serán:

- Registro de manipuleo, transporte y desfile de tuberías
- Registro de programa de corte.
- Registros de calificación de soldadores.
- Registro de reporte diario de soldadura
- Registro de curvado en frío.

- Registro de recubrimiento con manta termocontraible.
- Registros de Pruebas Hidráulicas.

3.7.2 Calificación de procedimiento de soldadura

La elaboración de soldaduras se debe realizar con soldadores homologados por la empresa contratista, debiendo cumplir con los parámetros y especificaciones del procedimiento.

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 el montaje de tuberías del proyecto en su defecto con equipos previamente certificados.

El equipo de soldadura, instrumentos de medición, material de aporte, tubería y placas necesarias para las pruebas, deberán ser suministrados por la empresa 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.

Las soldaduras de ensayo a tope, 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 edición 2004, 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, ó al Capítulo 5 del AWS.

Los procedimientos de soldadura deben ser calificados, aprobados y certificados por una empresa con acreditación ante la Empresa Minera, los cuales deben cumplir con los parámetros indicados en la sección 5 del API standard 1104, para ser utilizados en el montaje de tuberías para este proyecto.

3.7.3 Calificación de soldadores

Las pruebas de calificación tienen como propósito, determinar la habilidad de los soldadores, para efectuar soldaduras sanas en el montaje de tuberías del proyecto.

Los soldadores deberán ser calificados según los códigos y la norma para el trabajo API 1104. La calificación deberá ser extendida por una entidad calificadora habilitada.

En todos los casos la calificación tendrá una vigencia de seis meses, siempre y cuando durante ese lapso el soldador se

desempeñó de manera continúa en obras de similares características.

Si durante el mencionado período se hubiese producido un lapso de inactividad mayor a 90 días seguidos, el soldador deberá ser recalificado.

3.7.4 Pruebas Hidrostáticas

Las pruebas hidrostáticas en línea de tubería se realizarán directamente con personal de CEMPROTECH SAC debido a lo crítico de este proceso de prueba, además en merito a su importancia en relación con la seguridad, calidad y conformidad con los términos contractuales.

Por excepción, a no ser que se establezca lo contrario, las pruebas hidrostáticas deberán llevarse a cabo después de la construcción y montaje de la tubería.

Se suministrarán los medios de medición, soporte temporal y todo material, incluyendo cabezas de prueba, instrumentos de medición que puedan ser requeridas para las pruebas, todo ello debidamente calibrado.

Excepciones:

Los siguientes equipos e instrumentos no deben someterse a ninguna prueba hidrostáticas en campo:

Medidores y reguladores de gas, válvulas de corte, válvulas de seguridad, instrumentos, thermowells, calderas (boilers), recipientes de presión, etc., ya que estos cuentan con certificados de prueba de presión de fábrica.

Líneas de descarga hacia la atmósfera como venteos abiertos sin protectores y drenes.

Todos estos instrumentos son suministrados con sus respectivas constancias y certificados de pruebas.

Aceptación de la prueba:

Se entregará la documentación resultante de las pruebas a la Supervisión, donde se incluirá lo siguiente:

- Un esquema o dibujo isométrico de cada sección evaluada.
- Una copia de los certificados de calibración de los instrumentos empleados en la prueba.

Un formato de pruebas mencionando:

- La fecha de la prueba
- La identificación del sistema de prueba
- Los medios para la prueba
- La presión de prueba
- La temperatura de prueba (ambiente y tubería)

3.7.5 Resultado del control de calidad

Según Deming. Los beneficios de implementar un control de calidad a nivel de competitividad empresarial se generara una cadena de beneficios.

- Mejora de la calidad
- Reducción de costos al disminuir los procesos, errores, retrasos, mermas y mejorar la utilización de insumos.
- Aumento de la productividad
- Fortalecimiento competitivo, captura de mercados con mayor calidad y mejores precios.
- Supervivencia de la empresa
- Generación de empleos

La documentación se deberá elaborar y certificar, con los controles y registros donde se detalla los requisitos y funciones del personal de control de calidad, para que se realice las tareas prioritarias de calidad.

Las charlas técnicas de los diferentes procesos a los miembros de calidad serán contemplados con la parte práctica del trabajo en obra.

Los procedimientos de trabajo y los registros de calidad serán ampliamente difundidos en todos los niveles de la obra.

CAPITULO IV

IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE CALIDAD

4.1 PROBLEMAS QUE AFECTAN LA OPERACIÓN DE MONTAJE DE TUBERIAS

Según una de las herramientas de Gestión de la calidad, como es el diagrama de afinidad, definiremos los principales problemas que afectan al buen manejo del control de calidad en el montaje de tuberías.

Para la aplicación del diagrama del afinidad, se designo el siguiente proceso:

1. Se solicito a través de una ficha, la opinión de los trabajadores sobre las posibles causas de retraso, trabajo optimo en el proceso de instalación de las tuberías.
2. Se agruparon las fichas que representan aquel mejora.
3. Se elaboró una síntesis de las opiniones semejantes, representándose en una ficha de todo ello se elaboró el siguiente diagrama de afinidad:

MONTAJE DE TUBERIAS

MONTAJE DE TUBERIAS

No hay herramientas necesarias para el manipuleo de tuberias

El personal que se encuentra en obra nunca a trabajado en trabajos de montaje de tuberias.

No hay un Plan de calidad para el montaje de tuberias.

No hay procedimientos escritos para cada proceso de trabajo.

ORGANIZACION DEL AREA DE CONTROL DE CALIDAD

El organigrama de funciones no es de conocimiento de todo el personal en obra

Falta de una comunicacion mas fluida entre todos los involucrados

Personal con falta de experiencia

DOCUMENTACION EN OBRA

El area de control de calidad no tiene un Plan de Calidad para este proyecto

Los documentos para el control de calidad no se encuentran en obra.

Las Homologaciones de los soldadores no se encuentran en obra.

Falta la revision de los procedimientos por el cliente.

SOLDADURA

Pocos soldadores calificados, solo tres

El WPS y el PQR no se encuentran en campo

Los hornos portatiles no se encuentra operativos, para el secado de los electrodos.

CONTROL DE CALIDAD

Falta instrumento de medicion en la inspeccion visual, para saber el defecto en el cordon de soldadura (sobremonta, etc)

4.2 DIAGRAMA DEL ARBOL DE SOLUCION

El presente diagrama del árbol nos va a permitir visualizar los medios para una mejora del plan de calidad observado en el diagrama de afinidad, el mismo deriva de un análisis críticos de los procedimientos a emplearse par conseguir la meta de calidad del servicio que se pretende.

4.2.1 Montaje de tuberías

El equipo de control de calidad se encargará de inspeccionar el correcto estado del funcionamiento de las herramientas y equipos, que se encuentren en obra para los trabajos en campo, y su correcto funcionamiento.

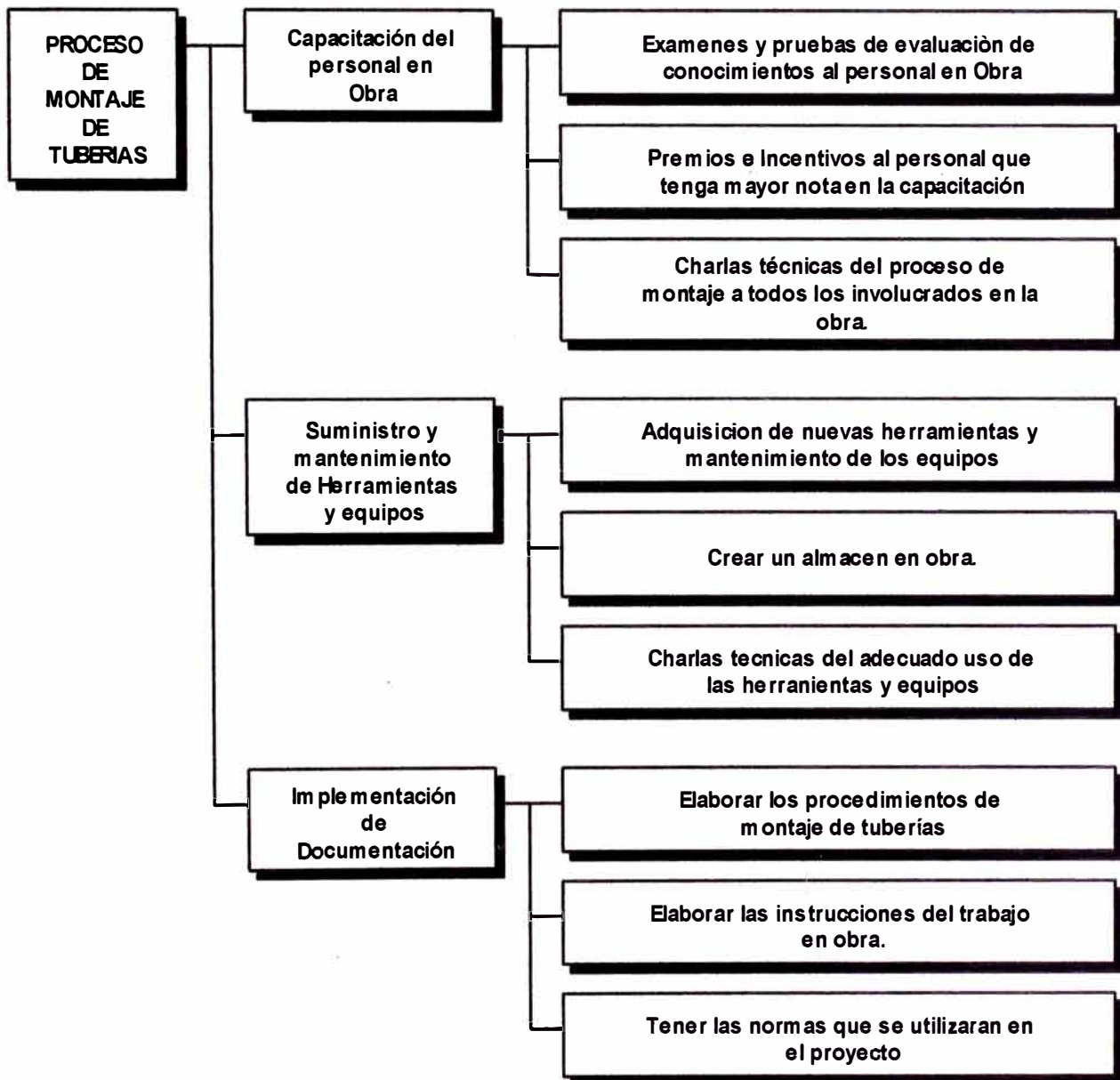
Se deberá contar con un jefe de operaciones con experiencia en montaje de tuberías.

También se contará con personal con experiencia en el montaje de tuberías.

Se desarrollará la implementación de la documentación en obra, elaborando los procedimientos, las instrucciones de trabajo.

Las normas AWS, API 5L, API 1104 que se emplearan en obra para el mejor control de calidad en el montaje de tuberías.

A continuación detallaremos en un diagrama el proceso de montaje de tuberías:



4.2.2 Organización del área de control de calidad

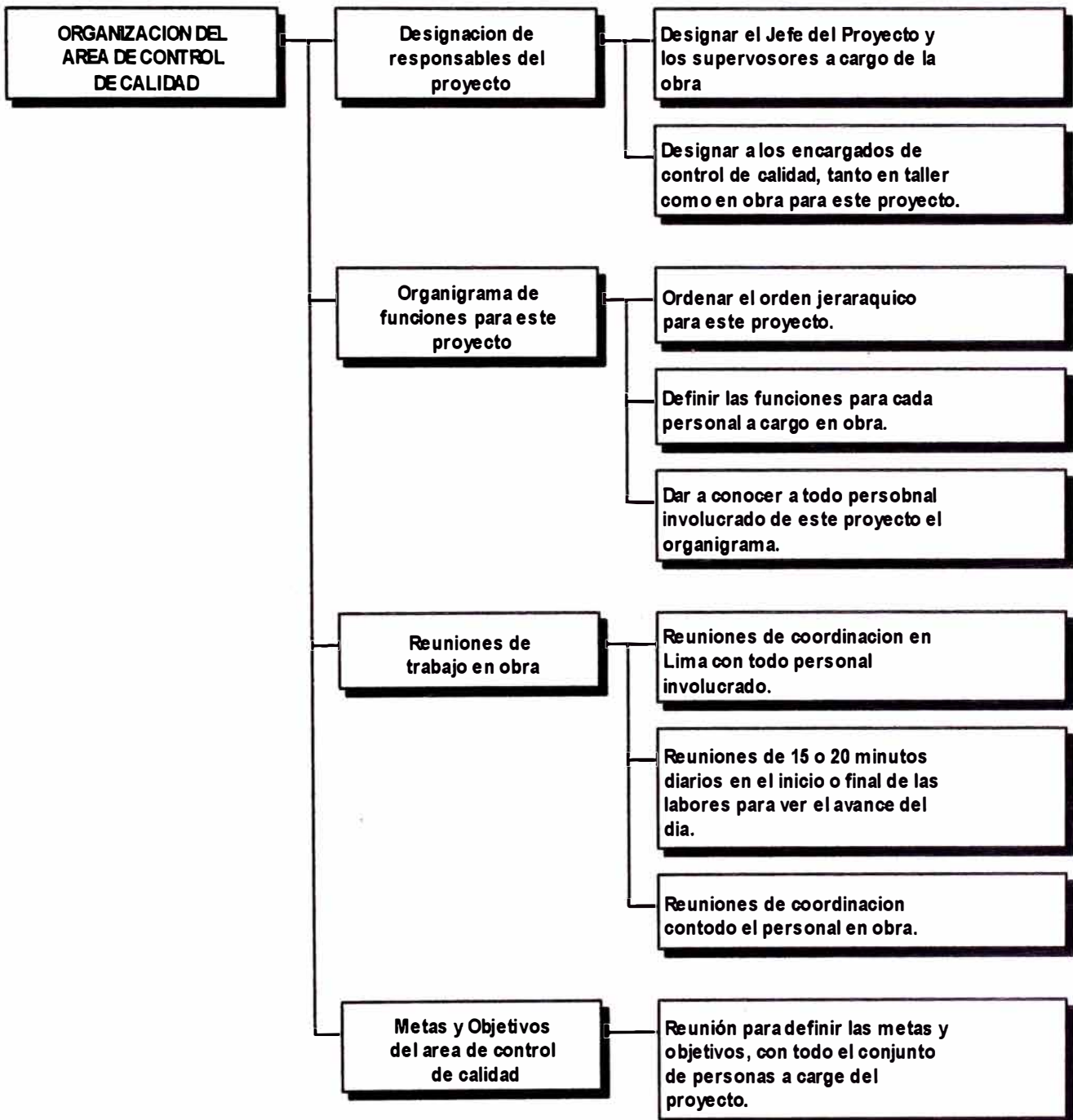
Se deberá designar al Jefe del proyecto para que encamine el trabajo y se encargue de coordinar todas las actividades desde Lima hacia la obra y viceversa.

Las reuniones de coordinación, al inicio del proyecto son importantes porque se cumple con la finalidad de coordinar todas las actividades que serán necesarias para la supervisión del proyecto, así el área de control de calidad conocerá de las labores en obra.

La definición de las metas y objetivos del área de control de calidad tienen que ser realizadas, en forma conjunta con todo el personal de control de calidad, para poder plasmar en un solo documento las diferentes ideas y metas que tiene cada una de los integrantes de esta área.

Dar a conocer a todo el personal involucrado en el proyecto el orden jerárquico y las funciones de cada personal, tal como ya se desarrollado en el capítulo anterior.

En el diagrama del árbol de solución se detallarán todas las actividades a realizar, según el esquema que se muestra a continuación.

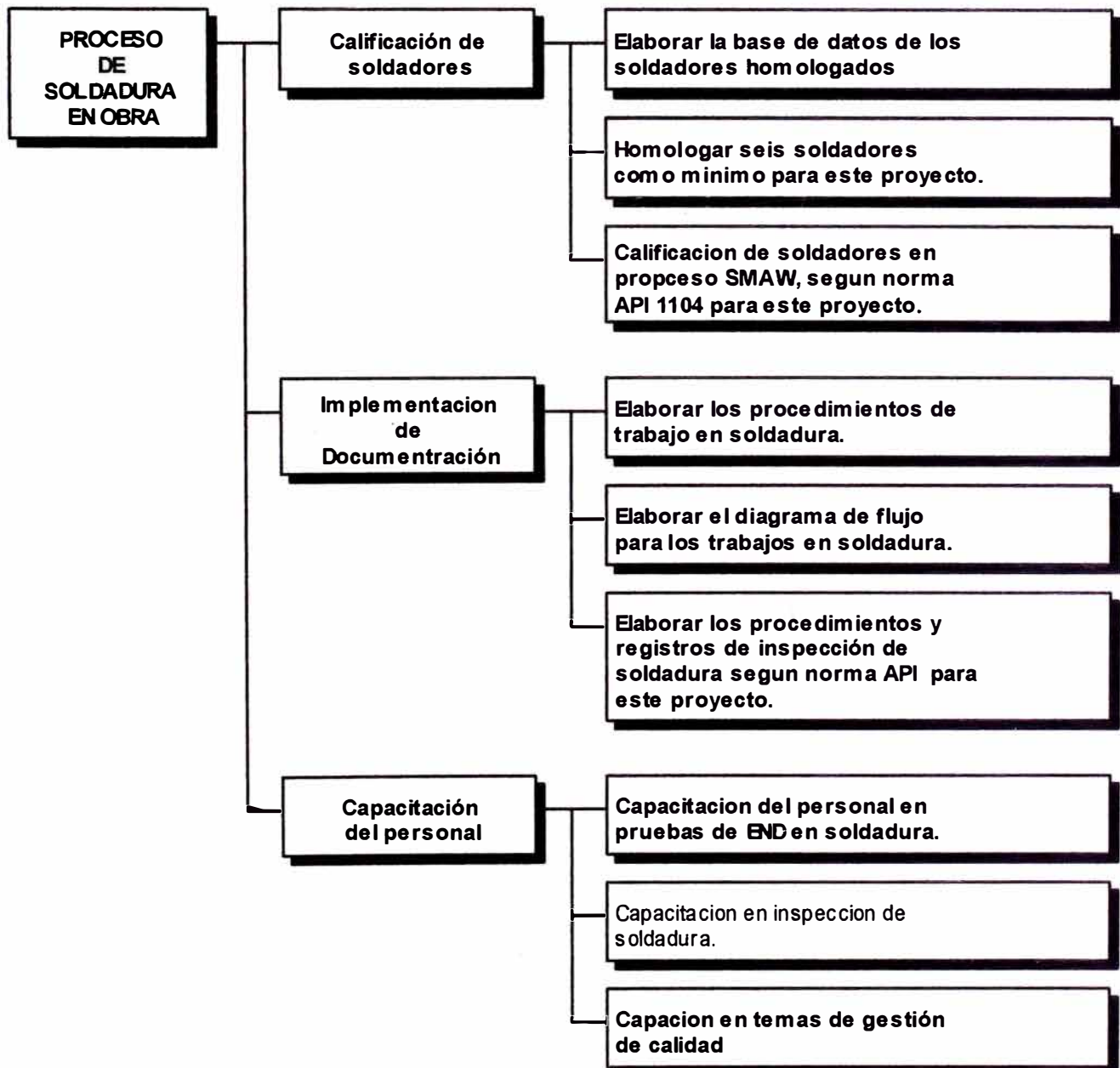


4.2.3 Proceso de soldadura

El problema de los soldadores es que son pocos los que conocen la norma API 1104, por lo que es necesario capacitarlos para que así puedan entender el proceso, y

también capacitar a los supervisores para que ellos realicen la inspección visual de la soldadura con criterio técnico.

Para la capacitación del personal, es necesario que estos conozcan todo el procedimiento de soldadura así como la norma respectiva para este proyecto para que ellos al momento de inspeccionar puedan realizarlo de la mejor manera.



4.2.4 Documentación

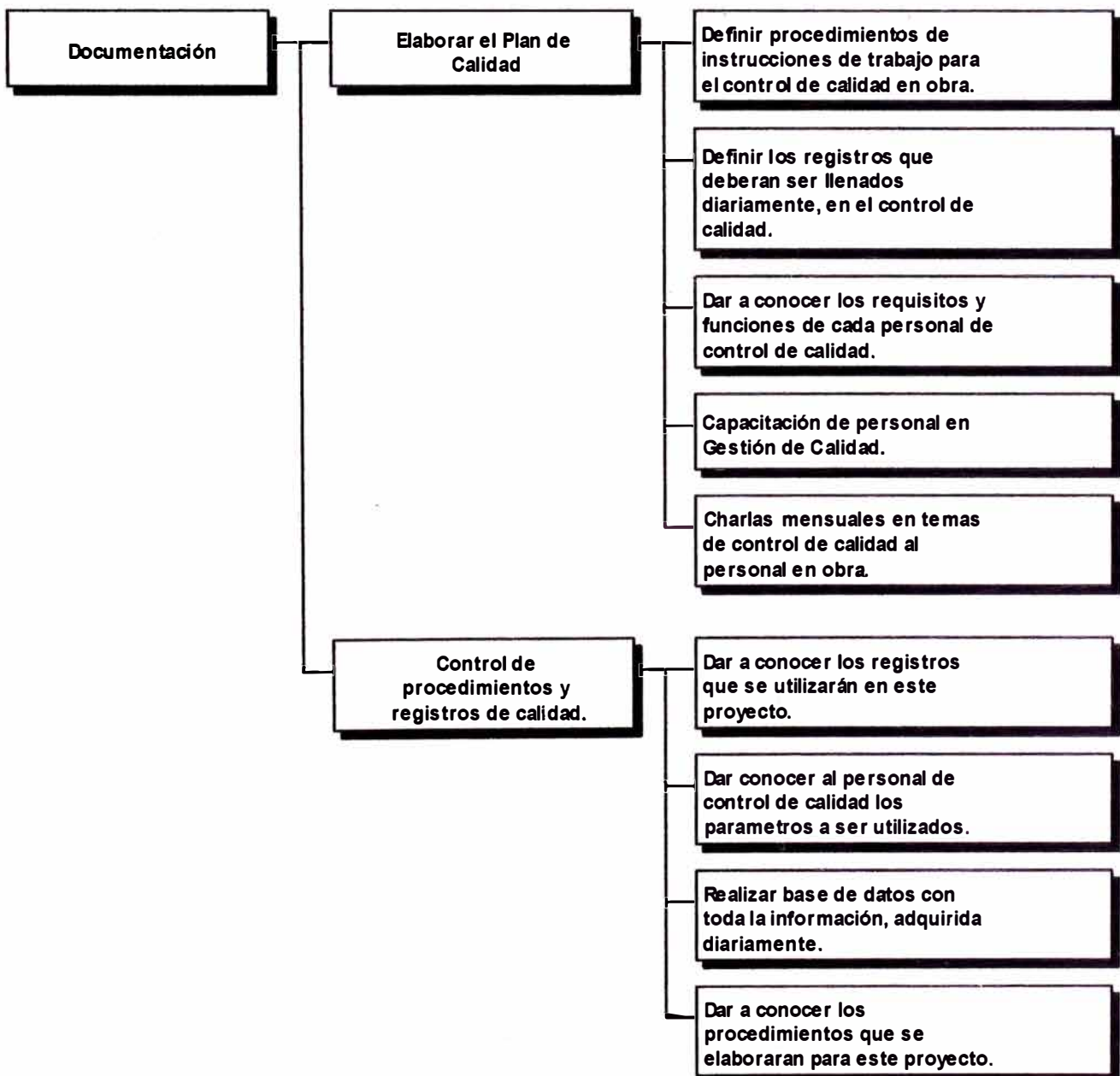
Para la realización del control en el montaje de tuberías, el plan de calidad deberá haber sido revisado por la Empresa minera, y en el cual se especificarán los procedimientos y registros que se van a elaborar o utilizar para este proyecto, como son:

- Procedimiento de manipuleo, transporte de materiales y desfile de tuberías.
- Procedimiento de corte.
- Especificación de general de soldadura
- Calificación de procedimiento de soldadura
- Especificación de procedimiento de soldadura
- Calificación de soldadores
- Procedimiento de curvado de tuberías
- Procedimiento de instalación y reparación de mantas Termocontraibles.
- Procedimiento de pruebas hidrostáticas

Los registros son:

- Registro de manipuleo, transporte y desfile de tuberías
- Registro de programa de corte
- Registro de reporte diario de soldadura
- Registro de curvado en frío
- Registro de recubrimiento con manta termocontraible.
- Registros de Pruebas Hidráulicas

La definición de la funciones del personal y de los procedimientos e instrucciones de trabajo de Control de Calidad deben constituir una de las tareas primordiales, para que se inicie el trabajo en obra.



4.2.5 Control de Calidad

La capacitación del personal en gestión de calidad será complementada con las labores en campo.

La capacitación del personal para el mejoramiento de los recursos como recursos humanos, recursos logísticos y recursos técnicos, se encontrará a cargo del Departamento de Aseguramiento de Calidad.

Los procedimientos y registros de control de calidad serán ampliamente difundidos a todas las personas involucradas en este proyecto, para su conocimiento y buen desempeño en el trabajo. La capacitación del personal es fundamental e importante para el correcto cumplimiento de las tareas de control de calidad.

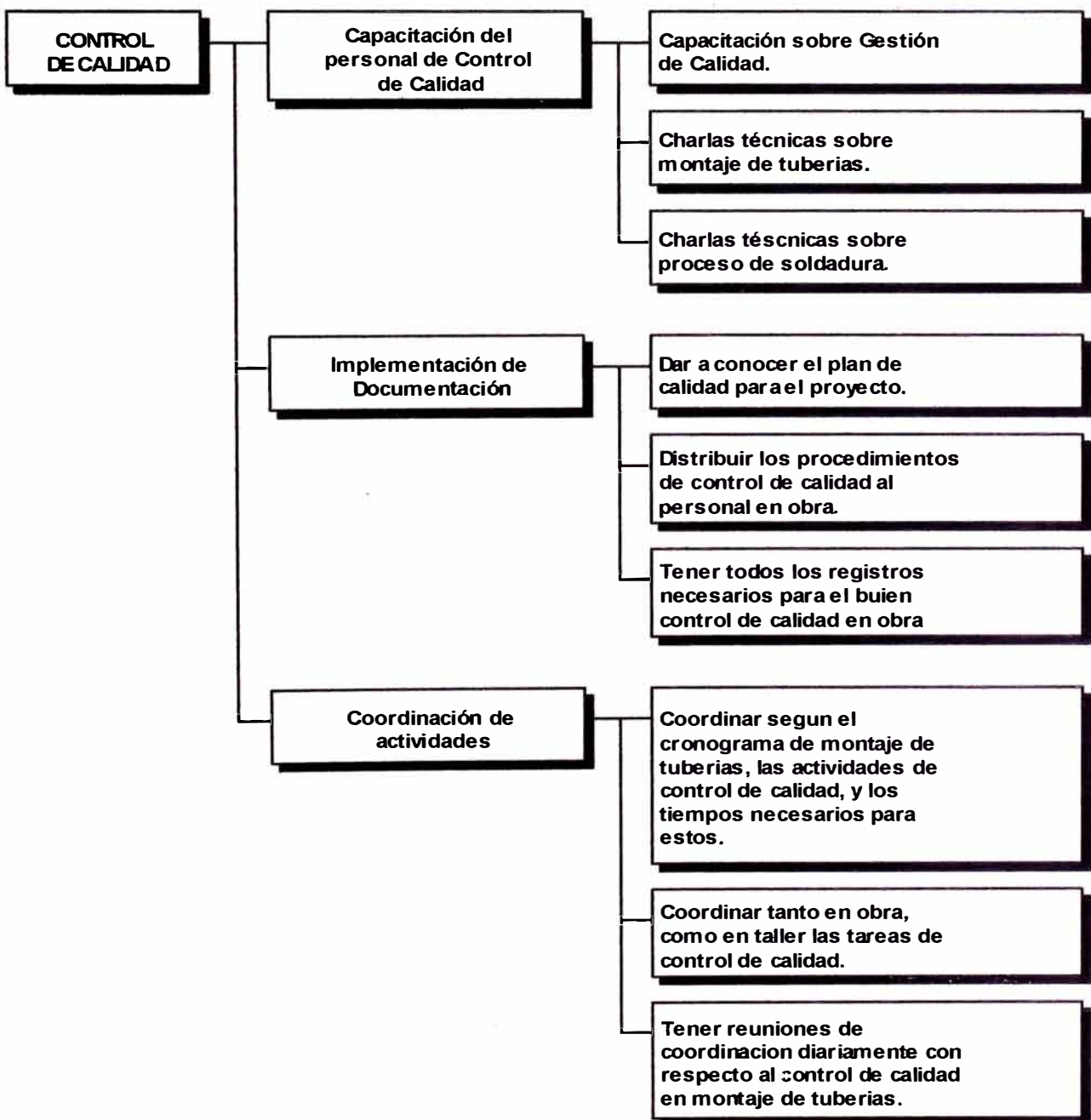
La coordinación de las actividades de trabajo en obra conducirá a un buen control en el proceso de montaje de tuberías, siendo que estas reuniones deberán hacerse diariamente para el conocimiento de las dificultades o los controles que se tienen que dar en obra.

Con respecto a la soldadura se deberá tener un control diario de todas las juntas soldadas, así como de los consumibles utilizados diariamente, para el buen control de estos.

Los procedimientos, registros e instrucciones de trabajo en el proceso de montaje de las tuberías, así como las inspecciones

a las mismas deberán ser difundidos a todo el personal involucrado en la obra.

A continuación se presenta en forma de diagrama, el proceso de control de calidad con las actividades respectivas, para este proyecto.



4.3 COSTO ESTIMADO PARA LA IMPLEMENTACION DEL PLAN DE CALIDAD

La implementación de un sistema de calidad ISO 9000, contempla la creación de un Departamento de Aseguramiento de la Calidad, lo cual conlleva al desarrollo de un manual de calidad, el diseño de procedimientos, instrucciones de trabajo, registros de calidad, capacitación del personal en aquellas labores que afectan la calidad, por lo cual en el siguiente cuadro se esboza un aproximado de los gastos que demanda el plan de calidad.

4.3.1 Costos de proceso de montaje

El proceso de montaje del mineroducto de concentrado de zinc de 25 Km. de longitud desde la planta de concentrado en la unidad minera hasta la planta de filtrado de minerales de zinc y plomo se estima que tendrá una duración de 12 meses (1 año) comprendiendo las actividades que se consignan en el cuadro que se presenta a continuación.

La Empresa Minera Iscaycruz, adjunto al tiempo de duración del proyecto de montaje de tuberías del mineroducto, facilita la información de que el proyecto de montaje tiene un costo estimado de US\$ 575,000 dólares americanos, para el montaje de tuberías.

**CUADRO DE ACTIVIDADES QUE COMPRENDE EL MONTAJE
DE TUBERIAS EN EL MINERODUCTO**

ACTIVIDADES	TIEMPO
1.- Revisión final del Proyecto	01 MES
2.- Planificación de las actividades de producción * Metrado de materiales y de las actividades * Elaboración de cronograma de adquisiciones * Elaboración de cronograma de avance de obra * Contratación de supervisores de obra y personal técnico	01 MES
3.- Ejecución de los trabajos de montaje según el cronograma de producción * Recepción de materiales * Habilitación de materiales * Inspección de tuberías * Preparación del terreno * Montaje de tuberías * Control de calidad del proceso de montaje * Pruebas Hidrostáticas de tuberías	08 MESES
4.- Recepción de la Obra * Pruebas de Ensayos No Destructivos * Pruebas Hidrostáticas de tuberías * Inspección de soldadura	02 MESES
TIEMPO ESTIMADO DE MONTAJE	12 MESES

4.3.2 Costo estimado del plan de calidad

El plan de calidad para el montaje de tuberías del mineroducto, de concentrado de zinc, comprende la participación de un Jefe de control de calidad con una remuneración mensual de US\$ 1,500 dólares americanos; también se contara para este proyecto con tres supervisores de calidad con una remuneración mensual de US\$ 1000 dólares americanos; un especialista en calidad para la capacitación del personal en el tema de gestión de calidad, con una remuneración de US\$ 1,600 dólares americanos.

La participación del Gerente General en el proceso de control de calidad, se remunerará por este concepto y por hora, la remuneración será de US\$ 15 dólares americanos.

El tiempo de duración del proyecto será de 12 meses, siendo que las actividades de control de calidad se producirán paralelamente al proceso de montaje, presentándose el cuadro de distribución de costos a continuación

Cuadro de costos de control de calidad:

PERSONAL	CANT.	TIEMPO (Meses)	TIEMPO (Horas)	REMUNERACION	TOTAL COSTO (US\$)
Gerente General	1	-	104	15	1,560
Jefe de Control de Calidad	1	12	-	1,500	18,000
Supervisores de Calidad	3	12	-	1,000	36,000
Especialista de Calidad	1	1	-	1,600	1,600
Otros Gastos (Movilidad, utiles escritorio, infraestructura, etc)	1	12	-	500	6,000

COSTO TOTAL ANUAL DEL PLAN DE CALIDAD

63,160

Cuadro de control de calidad por trabajo:

ITEM	DESCRIPCION DE TRABAJO	RESPONSABLE	Mejoras en el área	TIEMPO	Frecuencia
1	MONTAJE DE TUBERIAS	Jefe de control de calidad	Capacitación a los operarios	15 días	Dos veces al año
		Supervisores de calidad	Implementar los registros de calidad en montaje	5 días	Mensual
		Jefe de control de calidad	Control de todo el ingreso de materiales	Diario	Diario
2	ORGANIZACIÓN DEL AREA DE CONTROL DE CALIDAD	Especialista en calidad	Capacitación del personal en gestión de calidad	15 días	Dos veces al año
		Jefe de control de calidad	Implementar los registros de calidad	5 días	Mensual
		Gerente General	Reunión de coordinación de las tareas a realizar	Dos horas	Una vez a la semana
3	SOLDADURA	Jefe de control de calidad	Actualizar la base de datos de soldadores homologados	Semanal	Semanal
		Jefe de control de calidad	Seleccionar soldadores y operarios en montaje	Semanal	Semanal
		Supervisores de calidad	Presentar documentación de las inspecciones realizadas	Diario	Diario
4	DOCUMENTACION	Supervisores de calidad	Actualizar la base de datos de la información adquirida en obra.	Diario	Diario
		Jefe de control de calidad	Presentar documentación de las labores realizadas en obra	Semanal	Semanal
5	CONTROL DE CALIDAD	Jefe de control de calidad	Actualizar e implementar los procedimientos y registros en obra	Semestral	Semestral
		Supervisores de calidad	Presentar la documentación diaria de las labores realizadas en obra	Diario	Diario
		Jefe de control de calidad	Capacitación del personal de control de calidad	Mensual	Mensual

Del cuadro anterior se observa que el costo total por la aplicación del plan de calidad, la suma de US\$ 63,160 dólares americanos, lo cual representa el 11% del costo total de la obra.

Hacer un análisis económico de los ahorros en la aplicación del plan de calidad, es algo complejo, sin embargo es posible detallar los rubros donde los ahorros o ganancias se han realizado y que hemos identificado como los siguientes:

- Ahorro directo por la racionalización del trabajo.
- Ahorro directo por la reducción de defectos.
- Ahorro directo por incremento de la competitividad.
- Ganancia potencial por la venta de imagen de Excelencia Empresarial.
- Ganancia potencial por la sinergia que produce un buen proceso.
- Ganancia potencial por la generación de una nueva cultura de calidad en la concepción de los procesos.

Usualmente con la aplicación de control de calidad se estima como un ahorro potencial en costos del 10% al 20%, como un potencial en capacidad de gestión.

CONCLUSIONES

- Los procedimientos, registros e instructivos de trabajo en el montaje de tuberías y la inspección deberán ser difundidas a todo el personal involucrado de la obra, para un mejor control de los trabajos.
- El costo estimado de la implementación de un plan de calidad, será a corto plazo, dos meses, con capacitación al personal e implementación de mejoras, y el área de control de calidad en obra esto dará un costo de US\$ 63,160 dólares americanos, incluyendo viáticos, movilidad, útiles de escritorios entre otros.
- Los costos de calidad como producto del plan de calidad en el proyecto del montaje del mineroducto; en el rubro de prevención fue de US\$ 47,660 dólares americanos aproximadamente; en el rubro de capacitación fue de US\$ 15,500 dólares americanos.
- Dado el significativo costo del proyecto de montaje del mineroducto, así como su trascendencia en cuanto al aumento en 800 toneladas

diarias de su capacidad de transporte de concentrados, se hace necesario que la Empresa Minera Iscaycruz considere seriamente dentro de su plan de mejoramiento de gestión empresarial, las bases para el plan de control de calidad que en el presente informe se propone.

- Mediante el uso de herramientas de calidad es posible diagnosticar en forma ordenada los problemas críticos del proceso de montaje del mineroducto, y de esta manera proponer las soluciones pertinentes.
- El proceso de soldadura en obras de montaje mecánico de tuberías, como para este proyecto en tuberías de alta presión, por su importancia, el control de calidad debe ser bien aplicado, desde la calificación de los soldadores hasta el empleo de ensayos no destructivos en las juntas terminadas.

BIBLIOGRAFIA

1. Archivos CEMPROTECH SAC – Reemplazo de Mineroducto Iscaycruz – Lagsaura.
2. Besterfield, H. Control de la Calidad. 4ta Edición. Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., 1995
3. Especificaciones técnicas de construcción y montaje de tuberías del Proyecto Reemplazo del Mineroducto Iscaycruz – Lagsaura P071-M-ME-ESP-001 RO Enero 2004.
4. Gomez Sanchez Soto, Ruben “ Control de calidad en soldadura “ W, H Editores S.R. Ltda. Lima, 1995.
5. Gutierrez, Mario “ Administrar para la calidad “ Limusa Noriega Editores, 1992.
6. James R. Evans, William M. Lindsay. / La administración y el control de la calidad. / México, International Thomson Editores, 2000.
7. Juran, J, M. F.M. Gryna. Análisis y Planeación de la Calidad. Tercera Edición. McGraw Hill / Interamericana de México, 633p., Año 1998.
8. Manual de soldadura - Oerlikon – Exsa – Año 2004

ANEXOS

- A – 1. Procedimiento de manipuleo, transporte de materiales y desfile de tuberías.
- A – 2. Procedimiento de corte.
- A – 3. Especificación de general de soldadura
- A – 4. Calificación de procedimiento de soldadura
- A – 5. Especificación de procedimiento de soldadura
- A – 6. Calificación de soldadores
- A – 7. Procedimiento de curvado de tuberías
- A – 8. Procedimiento de instalación y reparación de mantas Termocontraíbles.
- A – 9. Procedimiento de pruebas hidrostáticas

**A – 1. Procedimiento de manipuleo,
transporte de materiales y
desfile de tuberías.**

1. OBJETO

Establecer la metodología para el manipuleo, transporte de materiales, y el desfile de tubos, sea eficiente según los requerimientos de obra.

2. ALCANCE

Este procedimiento de calidad se aplica desde el retiro del almacén, manipulación, transporte de materiales, el desfile de tubos y otros materiales, hasta la llegada al frente de trabajo.

3. REFERENCIAS

- API 5L : Specification for Line Pipe
- NTP ISO 9001:2000, Sistemas de Gestión de la Calidad.

4. DEFINICIONES

Desfile

Acción de colocar los tubos preferentemente a un costado del eje trazado según el replanteo efectuado basándose en los planos aprobados para construcción. El desfile se efectuará considerando la debida protección durante el manipuleo y colocación sobre los elementos temporales.

Rodillos de deslizamiento

Los rodillos son los elementos físicos que evitan el contacto del varillón con el terreno, su ubicación (distancia) estará de acuerdo a la posible elástica deformada del varillón debido a su peso propio, y a la configuración del terreno.

Trazabilidad

Este proceso es aplicable a todos los materiales que se incorporan en forma permanente a la obra. También es el proceso mediante el cual se mantienen los registros de calidad bajo las premisas siguientes:

- Poder demostrar los códigos de cada uno de los tubos recepcionados y trasladados, hasta su soldadura, bajo lo cual se incorpora en forma permanente en la línea del ducto.
- Demostrar documentalmente los datos de origen, certificados de calidad de cada uno de los tubos que forman parte de la línea del ducto.
- Demostrar documentalmente el desagregado (corte) de un tubo para conocer el destino de un tubo completo (12m) o parte de este.

CEMPRO TECH	PLAN DE CALIDAD	Control de Calidad
	MANIPULEO, TRANSPORTE DE MATERIALES Y DESFILE DE TUBOS	3680 – POC – 004
		Pag. 3 de 5

5. EJECUCIÓN

Actividades previas

El Coordinador Electromecánico, QA/QC, Seguridad y Medio Ambiente cuando corresponde, planificarán el método para ejecutar las siguientes actividades:

- La selección de las rutas más convenientes para el traslado de las tuberías y acceso a cada punto de trabajo.
- La cantidad de tubos y la oportunidad en que serán trasladados a cada frente.

De manera tal que sean seguras y eficientes, se considerará también la cantidad de equipos, unidades de transporte, y el número de personas a emplear.

5.1 Manipuleo

Para manipular tubos, y accesorios, se considerará lo siguiente:

- Los ganchos, grampas y demás accesorios que se empleen para la carga y descarga de tuberías, deberán contar con protección adecuada tal que se evite daños al recubrimiento y al bisel. No se usaran elementos que puedan dañar físicamente al tubo o al revestimiento.
- Si se emplean grúas o equipos similares para elevación, se permitirá el uso de Eslingas y fajas de nylon. Cuando se usen mordazas para el manejo de tubos, estos serán de contornos suaves, tendrán un inserto de caucho de alta densidad (o similar) y serán asegurados adecuadamente a la curvatura interior del tubo para evitar dañar los extremos.
- Las mordazas tendrán agarraderas y sogas (vientos) de maniobra para permitir el control y manejo seguro de los tubos suspendidos. Esta soga de maniobra no deberá tener ningún nudo.
- El equipamiento no deberá tener partes metálicas sobresalientes u otras superficies que puedan dañar el revestimiento del tubo. El equipamiento usado en el manejo, transporte, almacenaje y acopio de la tubería deberá ser revestido para evitar el daño a los tubos o al revestimiento.
- El izaje o las maniobras deberán ser ejecutados adecuadamente, evitando impactos sobre la carga. se debe evitar abolladuras, aplastamiento, deformaciones, arrastre, patinado o caída de tubos, se evitará también daños en el revestimiento o en los extremos del tubo.
- Cada tubo deberá ser levantado y bajado en posición horizontal con suficiente capacidad en el equipo de izaje, sin dejarlo caer y/o arrastrarlo.
- Las plataformas de los camiones o trailers estarán libres de suciedad y/o escombros que puedan dañar los tubos durante el acarreo.
- Todos los listones de apoyo deben estar exentos de suciedad, oxidación, clavos, costras, escamas, laminillas u otro material que pueda dañar el revestimiento del tubo, antes de usarlos.

CEMPRO TECH	PLAN DE CALIDAD MANIPULEO, TRANSPORTE DE MATERIALES Y DESFILE DE TUBOS	Control de Calidad
		3680 – POC – 004
		Pag. 4 de 5

5.2 Carga y descarga

Para manipular tubos, y accesorios, en la carga y descarga se considerará lo siguiente:

- El izado se llevará a cabo poniendo las mordazas en los extremos de los tubos, verificando que estén bien ubicadas de modo tal que no se deslicen ó zafen durante la operación.
- Los dispositivos para el izaje permitirá mantener en todo momento el tubo en posición horizontal.
- La descarga de tubos en el punto de trabajo será ejecutada preferentemente uno por uno.

5.3 Transporte

Para manipular tubos y accesorios se considerará lo siguiente:

- El Contratista de Transporte proveerá los permisos que pudiera corresponder para el transporte de cargas por sobrancho, extra largo o sobrepeso.
- El Contratista es responsable de las cargas transportadas dentro de toda la ruta, vías principales, vías secundarias, etc. .
- Esta terminantemente prohibido amarrar los tubos con alambre de acero u otro material que dañe el revestimiento.
- La cantidad de tubos a ser transportados sobre los camiones grua y a ser apilados dependerá del diámetro, el espesor y de las condiciones del terreno donde serán desfilados los tubos.
- Los camiones serán inspeccionados periódicamente por el Supervisor de Seguridad y Prevención de Riesgos de EMQSA para asegurar que sé esta cumpliendo con las normas de seguridad.

5.4 Desfile

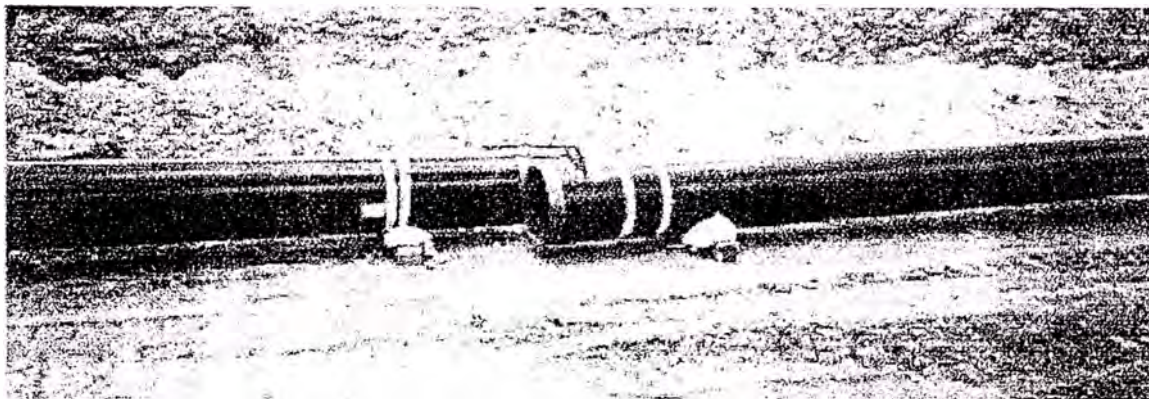
Se planificará de acuerdo al material a recepcionar y al lugar, la forma de instalar los tubos, considerando que deberá ser la más adecuada para las actividades a desarrollar con posterioridad al desfile mismo.

Para el desfile de tubos se considerará lo siguiente:

- El desfile de tubos se hará de manera tal de dejar espacio transversal del eje replanteado de la zanja, para facilitar las actividades de los equipos de excavación en caso de desfilarse con anterioridad.
- Los tubos revestidos no se desfilarán directamente sobre el terreno, se colocaran sobre bolsas de arena o bases de madera y reposarán por lo menos sobre dos puntos de soporte.
- Durante el desfile, la grúa se ubicará preferentemente paralelo al camión, tratando de evitar giros.
- Los tubos serán descargados con camión grúa.

CEMPRO TECH	PLAN DE CALIDAD	Control de Calidad
	MANIPULEO, TRANSPORTE DE MATERIALES Y DESFILE DE TUBOS	3680 – POC – 004
		Pag. 5 de 5

La posición como serán ubicados los tubos se muestra en la fotografía siguiente:



Ubicado los tubos, QC verificará:

- Indicación de la costura longitudinal del tubo en la zona superior, transcripción de la numeración y longitud real del tubo a la superficie del revestimiento.
- Las curvas estarán en la posición para la que fueron curvados.
- Las curvas compuestas de 2 o más tubos serán desfiladas (1,2,3, etc.), considerando una progresión ascendente, tomando como inicio el extremo que indica a Iscaycruz.
- Está totalmente prohibido arrastrar la tubería directamente sobre la superficie del terreno natural.

6. RESPONSABLES

6.1. Gerente de Construcción

- Disponer el cumplimiento del presente procedimiento operativo de calidad.

6.2. Jefe de Grupo

- Cumplir con el presente procedimiento operativo de calidad.

6.3. Jefe de QA/QC

- Asegurar que este procedimiento sea aplicado adecuadamente.

6.4. Jefe de Seguridad y/o Responsable de seguridad

- Liberar la fijación, amarres de tubos.

6.5. Supervisión del Cliente

- Verificar el cumplimiento de la presente procedimiento operativo de calidad.

7. ANEXO

- 7.1. 3680 – POC – R – 004.1, Registro de recepción de materiales.

A – 2. Procedimiento de corte.

CENPRO TECH	PLAN DE CALIDAD	Control de Calidad
	ESPECIFICACION GENERAL DE CORTE	3680 – POC – 004
		Pag. 2 de 4

1.0 ALCANCE

Esta Especificación describe el procedimiento a seguir del proceso de corte de tuberías en campo y su habilitación para soldeo.

2.0 REFERENCIAS

Planos de construcción
 Programa de corte
 Especificación de Procedimiento de Soldadura (WPS)

3.0 DEFINICIONES

Longitud de Tubo a Usar: Es la longitud de la tubería existente.
 Longitud de Corte: Longitud de la medida de la tubería a emplearse.

4.0 ACTIVIDADES PREVIAS

El departamento de ingeniería junto con el supervisor de campo realizara el programa de corte de las tuberías, de manera que se optimice el uso estas y no quede sobrantes innecesarios.
 Este programa de corte indicara el isométrico y/o plano de construcción, el n° de serie, la longitud de tubo a usar, la longitud de corte, la colada y el espesor.

5.0 PROCESO

El Supervisor de campo definirá el programa de corte a ejecutarse, esto se realizara de acuerdo a las necesidades del montaje de las tuberías a lo largo de la línea.

Se hará uso solamente de procesos de corte previamente seleccionada.

Selección de Procesos de Corte y Desbaste Materiales Ferrosos		
Tipo de acero para efecto corte	Proceso según ASME	Combustible o insumo de corte
Calidad API 5L	oxy. gas cut(ofc)	oxigeno-acetileno / Discos Abrasivos

Nota:

Para acero al carbono por debajo del 0.25% la calidad de corte es buena.
 Para aceros de alto carbonos estas deben tener un precalentamiento previo, con la finalidad de evitar un endurecimiento y fisuras.
 Todas las superficies resultantes deberán ser suaves, uniforme y estar libre de escamas y escorias acumuladas antes de proceder a soldar.

CEMPRO TECH	PLAN DE CALIDAD	Control de Calidad
	ESPECIFICACION GENERAL DE CORTE	3680 - POC - 004
		Pag. 3 de 4

Según el programa de corte se realizara el trazo en la tubería a usar. Cada tramo de tubería a corte será identificado (Nº de serie, colada, longitud) con marcador de metal según el programa de corte.

Se procederá al corte según lo trazado en la tubería a emplear. Y se utilizaran escuadras para comprobar la perpendicularidad del corte y del bisel.

6.0 LIMPIEZA DE LA ZONA CORTADA

Se limpiará con escobilla circular, para sacar el revestimiento de la tubería (tricapa), una longitud de 4" a 5"; una vez cortada la tubería se procederá limpiar la parte interna de la tubería con turbineta para sacar escorias, esto se realizara antes de iniciar el proceso de soldeo.

7.0 BISELADO

Una vez realizado el corte de la tubería y teniéndose la longitud que se va a emplear, se procederá a realizar el biselado; esto se efectuará según lo indicado en el WPS (Especificación de Procedimiento de Soldadura). Se realizara el corte y el biselado de la tubería simultáneamente para evitar recalentar el tubo, y que pierda sus propiedades. Para el corte se utilizaran discos de acero al carbono de 7" y para realizar el bisel se utilizarán discos de desbaste de 7"x1/4".

8.0 VERIFICACION DEL ANGULO DE BISEL.

Se verificará con un gauge de calibración el ángulo de bisel, para dar la conformidad de dicho ángulo, estos deberán estar según la Especificación de Procedimiento de Soldadura (WPS).

9.0 ANEXOS

PROGRAMA DE CORTE

FECHA:

CLIENTE:	OBRA:
ORDEN DE TRABAJO:	N° CORRELATIVO:
DESCRIPCION:	PLANO DE CONSTRUCCION:

PROGRAMA DE CORTE DE TUBERIA

PLANO Y/O ISOMETRICO	N°DE SERIE DE TUBERIA	LONG. DE TUBO	LONG. DE CORTE	COLADA
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

OBSERVACIONES:

APROBACION:

CONTROL DE CALIDAD CEMPROTECH S.A.C. FIRMA: ACLARACIÓN : FECHA:	SUPERVISOR DE CAMPO CEMPROTECH S.A.C. FIRMA: ACLARACIÓN : FECHA:
--	---

A – 3. Especificación general de soldadura

<i>CemproTech SAC</i>	PROCEDIMIENTO DE CALIDAD	Control de Calidad
	ESPECIFICACIÓN GENERAL DE SOLDADURA	3680 – PAC – EGS – 001
		Página 2 de 12

1.0 ALCANCE

Todos los trabajos deberán cumplir los requerimientos del API 1104 / 99, aplicables de acuerdo a la Especificación de Procedimiento de Soldadura correspondiente y los planos de construcción aprobados.

Esta especificación cubre las Soldaduras de Tuberías.

El Supervisor de QA/QC, en colaboración con el Gerente de Proyecto, seleccionará de los procedimientos existentes los procedimientos de soldadura requeridos para el proyecto. Si un procedimiento existente no está disponible, se preparará un nuevo procedimiento de soldadura de acuerdo con los estándares y requerimientos del proyecto.

El Supervisor de QA/QC deberá chequear los procedimientos de soldadura para verificar que cumplen con los códigos vigentes.

Las calificaciones de los procedimientos de soldadura de campo y de taller serán realizadas y evaluadas de acuerdo a los requerimientos API 1104

Ninguna soldadura será realizada antes que QA/QC de CEMPROTECH emita una copia del RCS de cada soldador a cada soldador. En la oficina de campo estarán disponibles las copias de los registros de calificación de los soldadores y los originales los tendrá el Supervisor de QA/QC. Un Supervisor de soldadura calificado estará constantemente monitoreando la competencia de los soldadores/ operadores de soldadura y el Supervisor de QC garantizará la calidad.

Cada junta de Tubería soldada deberá llevar los códigos de soldadores / operadores de soldadura y serán progresivamente numeradas para permitir su identificación y ubicación en cualquier momento. Diferentes códigos y números serán utilizados para Soldaduras de Tubería prefabricado, Soldaduras de Montaje y de Empalme de Tubería.

La posición de la soldadura será marcada en plano y/o registrada para su identificación. Así mismo, las soldaduras deberán cumplir con los requerimientos detallados en el Alcance de los Trabajos.

2.0 CONSUMIBLES

2.1 COMPRA

Los electrodos de soldadura y alambres de aporte a ser usados en este proyecto serán comprados solamente después de haberse aprobado los procedimientos de soldadura y de consultar al Ingeniero de QA/QC. Los electrodos y alambres de aporte deberán cumplir los requerimientos del Código API, y serán comprados sólo a distribuidores autorizados. Cada caja de electrodos deberá contener:

- * Nombre del fabricante
- * Especificación confirmando la clase AWS
- * Diámetro

<i>CemproTech SAC</i>	PROCEDIMIENTO DE CALIDAD	Control de Calidad
	ESPECIFICACIÓN GENERAL DE SOLDADURA	3680 – PAC – EGS – 001
		Página 3 de 12

- * N° de Lote:
- * Cantidad

Cada electrodo tendrá la clase de electrodo claramente estampada a 2 pulgadas de la parte inferior del electrodo.

La soldadura de arco metálico (SMAW) de componentes o tuberías de acero al carbón sometidos a presión no deberá realizarse con electrodos EXX12, EXX13, EXX14 o EXX24. Los electrodos de bajo contenido de hidrógeno serán del tipo EXX10 o EXX11 según procedimiento de soldadura.

Todos los electrodos presentarán su certificado de calidad correspondiente.

2.2 ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE ELECTRODOS/ALAMBRE DE APORTE

Los consumibles para soldadura (alambres desnudos, electrodos de varilla y recubiertos) serán almacenados y mantenidos en condiciones secas de acuerdo con los requerimientos de AWS A5.1 y A5.5 o ASME SFA 5.1. Los electrodos serán almacenados en envases sellados. Si un electrodo se humedece o se moja, no será utilizado y deberá ser descartado. Los electrodos sin bajo contenido de hidrógeno tales como los de recubrimiento celulósico no serán almacenados en hornos, más bien serán mantenidos en un lugar seco.

Se deberá tener especial cuidado en el almacenamiento y manejo de electrodos con bajo contenido de hidrógeno, de acuerdo a lo establecido a continuación:

- 1 Secado: Previamente a su uso, todos los electrodos con bajo contenido de hidrógeno conformes a ANSI/AWS A5.1 serán secados a 260 - 430°C (500 - 800°F) durante 2 horas como mínimo. Los electrodos con bajo contenido de hidrógeno conformes a ANSI/AWS A5.5 serán secados al menos durante una hora a una temperatura entre 700°F (370°C) y 800°F (430°C) antes de ser usados. El proceso de secado podrá ser suprimido si los electrodos son provistos en condición seca en un envase herméticamente sellado con indicación positiva de la integridad del sello.
- 2 Almacenamiento: Después del secado, los electrodos con bajo contenido de hidrógeno deberán ser almacenados continuamente en hornos a 120°C (250° F) de temperatura mínima. El horno estará provisto de un termómetro y un termostato para medir y controlar la temperatura.
- 3 Exposición (sólo para electrodos de bajo contenido de hidrógeno): hasta que los electrodos se retiren del horno de secado o almacenamiento, no se deberán exponer al ambiente. Una vez que los electrodos han sido removidos del horno de almacenamiento, se deberán transferir inmediatamente a los termos porta-electrodos calentadas entre 65 °C (150 °F) y 80 °C (176 °F).

<i>CemproTech SAC</i>	PROCEDIMIENTO DE CALIDAD	Control de Calidad
	ESPECIFICACIÓN GENERAL DE SOLDADURA	3680 - PAC - EGS - 001
		Página 4 de 12

En el campo, el supervisor de soldadura será responsable por la entrega de los electrodos a los soldadores. Él restringirá la provisión de electrodos con bajo contenido de hidrógeno a la mínima cantidad requerida, los cuales pueden ser usados dentro de las 4 horas. Luego de este tiempo los electrodos deberán ser rehechos para su preservación.

3.0 PROCEDIMIENTO DE INSPECCION DE SOLDADURA

Los siguientes puntos serán chequeados por el Inspector de Soldadura previamente al inicio de la soldadura y durante la misma para asegurar el cumplimiento de los procedimientos, procesos y especificaciones de soldadura.

- 3.1) Confirmación de la calificación del soldador/operario de soldadura, cada soldador deberá tener consigo una copia de su RCS (Reporte de calificación del soldador).
- 3.2) El Procedimiento de Soldadura deberá ser calificado según el código aplicable, y se adjuntará al CPS correspondiente (Calificación del Procedimiento de Soldadura).
- 3.3) Cumplimiento de la Especificación de Procedimiento de Soldadura.
- 3.4) Posición de la Soldadura y Proceso de Soldadura.
- 3.5) Material base y tamaño.
- 3.6) Material de aporte y condición de los electrodos.
- 3.7) Pre calentamiento en el caso del uso de material que lo requiera de acuerdo a requerimientos y temperaturas establecidas en los procedimientos de soldadura aprobados.
Las temperaturas de pre calentamiento serán chequeadas con lápices de temperatura, termocuplas, pirómetros u otros métodos aprobados.
- 3.8) Equipo y Máquina de Soldar.
- 3.9) Cada soldador tendrá una código, marca o estampa, para su identificación.

Todos los procedimientos de soldadura serán revisados regularmente por el Supervisor de QA/QC para asegurar que estén actualizados.

4.0 INSPECCION DE PREPARACION DE LA JUNTA

Antes de iniciar la producción, se deberá inspeccionar lo siguiente:

- 4.1) Inspección de preparación del borde/junta.
Los extremos de cada bisel de la tubería serán limpiados previamente a la alineación y soldadura.

<i>CemproTech SAC</i>	PROCEDIMIENTO DE CALIDAD	Control de Calidad
	ESPECIFICACIÓN GENERAL DE SOLDADURA	3680 - PAC - EGS - 001
		Página 5 de 12

- 4.2) El ángulo de la ranura de fin de soldadura se realizará de acuerdo a los requerimientos de los planos/proyecto y la desviación permitida será más 3 menos 3 grados. El tamaño y ángulo de la ranura será medido con un calibre de ranuras para soldaduras.
- 4.3) Las dimensiones de los biselados de la tubería y accesorios cumplirán con los requerimientos del código de soldadura aplicable y la EPS (Especificación del procedimiento de soldadura) calificada.
Cualquier material de aleación que sea cortado con llama a base de oxacetileno será amolado hasta metal brillante, previamente a la soldadura.
- 4.4) No se utilizarán insertos o anillos de respaldo consumibles a menos que sea aprobado previamente por el Cliente.
- 4.5) Las soldaduras de ranura sin anillos de respaldo tendrán una abertura máxima de 2.5 mm.
- 4.6) Toda tubería sobre nivel de suelo con costuras longitudinales será rotada de manera que dichas costuras queden ubicadas a aproximadamente 45° de la línea de centro vertical de la tubería.
Toda tubería bajo nivel de suelo tendrá las costuras longitudinales ubicadas en el cuadrante superior.
Los tramos de tubería adyacentes serán rotados de manera tal que las costuras longitudinales de la tubería estén desplazadas 90° con un desplazamiento mínimo de 4" (10 mm).
- 4.7) **Inspección de Soldaduras de Punto**
Todos los espacios de soldaduras de tope SMAW deberían establecerse en 3 mm, y el área de llegada o nariz del tope debería estar entre 1 y 1.5 mm para asegurar una soldadura óptima.
Bajo ninguna circunstancia se usarán barras de refuerzo ni soldaduras de punto para asegurar la alineación de la tubería.
- 4.8) Se utilizarán mordazas para alineación de tuberías de línea. Se utilizarán mordazas externas.
- 4.9) La desalineación máxima en la superficie interior de la tubería por juntas circunferenciales será según indica API 1104. La desalineación podrá ser medida mediante el uso de patrones o del calibre de soldadura Hi -Lo
No se permitirá el calentamiento o enfriamiento de la tubería con propósitos de alineación.
La alineación de la tubería puede ser chequeada usando niveles hechos con manguera con agua o con medios ópticos.
- 4.10) Solamente los accesorios que son recortados o re-biselados serán examinados visualmente en las superficies de corte para detectar laminaciones antes de la soldadura. En caso de duda, se realizará el ensayo de tintas penetrantes.

CemproTech SAC	PROCEDIMIENTO DE CALIDAD	Control de Calidad
	ESPECIFICACIÓN GENERAL DE SOLDADURA	3680 – PAC – EGS – 001
		Página 6 de 12

- 4.11) Las abrazaderas y/o pinzas de puesta a tierra serán diseñadas, construídas y fijadas de manera de evitar chispas (salto de arco). Deberá ser una abrazadera de resorte o fabricada de planchas gruesas, las que deberán ser compatibles con el material a soldar. Deberá permanecer en posición mientras la soldadura está en progreso. Los puntos de contacto deberán ser mantenidos limpios de grasa, aceite o pintura, lo que podría impedir el apropiado contacto metal-metal.
No se permitirán mordazas magnéticas para puesta a tierra.
- 4.12) Todos los metales base serán precalentados para eliminar la humedad. La mínima temperatura de precalentamiento y la máxima temperatura de pasadas intermedias cumplirán con los requerimientos y temperaturas establecidas en los procedimientos de soldadura aprobados. Las temperaturas de precalentamiento y de las pasadas intermedias serán mantenidas y monitoreadas durante toda la soldadura, y si ocurre una interrupción el área deberá ser precalentada nuevamente.
- 4.14) Antes de soldar se conectarán los tubos con un línea a tierra. Esta línea a tierra Constará de una grapa, 2 m de cable desnudo y una varilla de cobre de 1m de Longitud.

5.0 INSPECCION DE LA SOLDADURA

Durante el proceso de ejecución real de la soldadura, los siguientes puntos deberán ser inspeccionados:

- 5.1) Limpieza de biseles – El área a soldar estará libre de aceite, óxido, cascarilla o cualquier otro material suelto ajeno, al menos dentro de los 50 mm del área de soldadura para asegurar soldaduras firme. Todas las superficies soldadas de los biseles serán cepilladas externamente y donde sea, posible internamente antes de comenzar a soldar.
- 5.2) Los requerimientos de precalentamiento cumplirán las temperaturas de precalentamiento de acuerdo al procedimiento de soldadura aplicable.
- 5.3) Asegurar que el calentamiento post-soldadura sea realizado, si está especificado en el procedimiento de soldadura aplicable.
- 5.4) Defectos inaceptables tales como socavaciones, ampollas, fisuras, etc., en cada capa de soldadura deberán ser detectados por radiografía u otros medios.
- 5.5) Remoción de escoria en cada capa de soldadura. La limpieza final y la de las pasadas intermedias se hará manualmente o con herramientas mecánicas.
- 5.6) Penetración inaceptable de la raíz deberá ser detectada por radiografía u otros medios.
- 5.7) Identificación adecuada de los soldadores/operadores de soldadura y números de soldadura. Los códigos de soldadores deberán ser marcados al lado de la soldadura

<i>CemproTech SAC</i>	PROCEDIMIENTO DE CALIDAD	Control de Calidad
	ESPECIFICACIÓN GENERAL DE SOLDADURA	3680 – PAC – EGS – 001
		Página 7 de 12

hecha. Está prohibido el uso de matrices metálicas para la identificación de tuberías o soldaduras, para este caso, se utilizarán marcadores metálicos.

- 5.8) Cualquiera de los 2 cordones de soldadura adyacentes o sucesivos no podrán empezarse ni terminarse en el mismo lugar.
- 5.9) Toda soldadura tendrá esencialmente una sección transversal uniforme alrededor de la tubería, con una transición suave dentro de la superficie de la tubería y el refuerzo externo (sobremonta) cumplirá con lo requerido en el código de soldadura aplicable. (API 1104).
- 5.10) La soldadura no será ejecutada cuando el viento sea lo suficientemente fuerte como para afectar la estabilidad del arco o la protección del arco. Se requerirán protectores contra viento o carpas cuando el viento o la arena en el aire son suficientes como para afectar la calidad de la soldadura.
- 5.11) No se realizarán soldaduras cuando las superficies estén mojadas o húmedas o expuestas a la lluvia o nieve o cuando los soldadores/operadores estén expuestos a condiciones extremas. Toda superficie mojada o húmeda deberá ser secada por calentamiento y será llevada a la temperatura de precalentamiento requerida antes de la soldadura. Para evitar esto se utilizarán carpas de protección para los soldadores.
- 5.12) Deberá ser evitada toda contaminación del ambiente tal como el arrastre de arena por el viento.
- 5.13) Para cada método de inspección se tomarán todas las medidas de seguridad apropiadas.
- 5.14) Consideraciones especiales para Monitoreo de Temperatura durante la soldadura:
 - a) Para accesorios de alta resistencia y válvulas monitorear las temperaturas de perímetro.
 - b) Para materiales remanentes, seguir los parámetros de monitoreo EPS apropiados.
 - c) Para reparaciones, la temperatura mínima estará entre 120 y 150 °C.

6.0 PRECAUCIONES DURANTE LA SOLDADURA DE TUBERÍA RECUBIERTA

- 6.1) Asegurar que la tubería sea envuelta con una apropiada manta de tela alrededor del área revestida, a ambos lados de la soldadura.
- 6.2) Asegurar que la manta sea sostenida firmemente contra el área revestida por medio de un sujetador adecuado, como una cuerda de goma, de manera tal que el revestimiento no sea dañado por salpicaduras, etc., durante la soldadura.
- 6.3) Controlar la temperatura en las primeras 2 pulgadas del área de revestimiento a cada lado de la soldadura usando un pirómetro de contacto, para asegurar que la temperatura no exceda 450 °F (232 °C) durante la soldadura.

<i>CemproTech SAC</i>	PROCEDIMIENTO DE CALIDAD	Control de Calidad
	ESPECIFICACIÓN GENERAL DE SOLDADURA	3680 – PAC – EGS – 001
		Página 8 de 12

- 6.4) Toda tubería revestida tendida en las cercanías de las juntas a soldar también deberá ser protegida de salpicaduras durante la soldadura usando una manta.

7.0 INSPECCIÓN VISUAL

Después de completada la soldadura, se realizará inspección visual de lo siguiente:

- Todas las juntas de soldadura de tope serán marcadas para su identificación con un número de soldadura y un símbolo de soldador/operador de soldadura.
- Toda soldadura completada será limpiada previamente a la inspección visual.
- Las soldaduras con bisel serán hechas con un refuerzo de frente (cap) mínima o pequeña, excepto si es indicado de otra manera. En el caso de soldaduras a tope el refuerzo de frente no excederá 1/8" (3,2 mm) de alto para soldadura ascendente y 1/16" para soldadura descendente y tendrá una transición gradual al plano de la superficie de metal de base, libre de socavaduras.
- Las soldaduras estarán preferentemente libres de superposiciones.
- Se evitarán golpes de arco o arrastres de electrodo fuera del área de soldaduras permanentes en cualquier metal base. Imperfecciones causados por un golpe de arco serán amolados para darles una transición suave, y chequeadas para asegurarse que no haya daños. En caso de golpes de arco que sean perjudiciales para el tubo la junta será cortada y tendrá que ejecutarse de nuevo.
- La soldadura y el metal base adyacente será limpiado por escobillado u otro medio apropiado para remover la escoria.
- No se permitirán soldaduras alternadas o de puntos.
- El tamaño de la superficie de fusión en soldaduras de filetes corresponderá con lo indicado en planos.

8.0 REGISTROS

Se proveerá al representante del cliente en campo con un reporte de campo diario de soldadura. Se identificarán estación, equipo, identificación de la línea, clase de línea, tipo de material, diámetros y espesores de tuberías, número de isométrico, número de spool, número de junta, estampa del soldador, proceso y EPS, temperatura de precalentamiento, aceptación de inspección visual y fecha, y fecha de soldadura. Este documento será incluido con el documento As-built (conformes a obra) a someter a aprobación.

9.0 REPARACIÓN DE SOLDADURAS

9.1 Todos los defectos inaceptables tales como pinchaduras, escorias, penetraciones incompletas o fusiones y otros defectos perjudiciales que excedan los límites especificados en los Criterios de Aceptación, deberán ser reparados. Las fisuras serán inmediatamente cortadas y eliminadas, a menos que el cliente apruebe lo contrario.

9.2 La reparación de las soldaduras se realizará utilizando un procedimiento adecuadamente calificado y aprobado. En procesos de reparación (por ejemplo,

<i>CemproTech SAC</i>	PROCEDIMIENTO DE CALIDAD	Control de Calidad
	ESPECIFICACIÓN GENERAL DE SOLDADURA	3680 – PAC – EGS – 001
		Página 9 de 12

reparaciones realizadas previamente al terminación de las juntas usando el mismo procedimiento de soldadura que para la fabricación original) durante la producción, no se requiere un procedimiento de reparación por separado.

9.3 El procedimiento se hará como se detalla a continuación:

- Amolar hasta la profundidad del defecto. .
- Realizar una inspección visual.
- Re-soldar y re-chequear visualmente y por END.

Todas las soldaduras reparadas serán, como mínimo, inspeccionadas usando el método de examinación original.

9.4 El amolado no constituirá una reparación ante los múltiples métodos de reparación provistos.

9.5 Un defecto de soldadura en la misma área podrá ser reparado solamente una vez. Se permitirá realizar más de una reparación cuando los defectos estén en distintas áreas de la soldadura.

9.6 No se permitirá reparar las costuras longitudinales o en espiral ni soldaduras a la tubería en sí, accesorios, placas u otros componentes.

9.7 Se podrá realizar una pasada de remoción para eliminar condiciones externas inaceptables tales como socavaduras o un relleno de sobremonta incompleto.

9.8 Todas las soldaduras de reparación de tuberías de presión y sus componentes serán realizadas solamente después de despresurizar, evacuar y purgar todas las instalaciones afectadas. No se permitirán reparaciones de soldaduras o amolados de tuberías presurizadas.

9.9 Donde un tratamiento de calentamiento post-soldadura sea requerido por EPS, las reparaciones se realizarán antes del tratamiento de calentamiento final.

10.0 CALIFICACIÓN DE LOS OPERADORES DE SOLDADURA/SOLDADORES

El API 1104 permite que los soldadores de mineroducto serán calificados por inspección visual y examinación END ó Ensayos Destructivos, todos los soldadores serán probados como parte del mineroducto.

Todos los soldadores/operadores deberán recibir entrenamiento preliminar y serán evaluados por el Cliente. Deberá confeccionarse una lista de soldadores/operadores y EPS aplicables. El procedimiento de evaluación será de la siguiente manera:

- 1) Preparar la pieza para la evaluación y fijarla en la posición requerida en un soporte estable.
- 2) Ajustar la máquina soldadora a las características eléctricas de acuerdo a lo aprobado en el procedimiento de soldadura.

<i>CemproTech SAC</i>	PROCEDIMIENTO DE CALIDAD	Control de Calidad
	ESPECIFICACIÓN GENERAL DE SOLDADURA	3680 - PAC - EGS - 001
		Página 10 de 12

- 3) El calificador chequeará y confirmará que el montaje de la pieza para evaluación, las características eléctricas y los electrodos a ser utilizados estén conformes al procedimiento de soldadura aprobado.
- 4) Si así lo indica el procedimiento, la junta será precalentada, y la temperatura se monitoreará por medio de pirómetros o lápices de temperatura.
- 5) El soldador/operador comenzará a soldar solamente después de la aprobación del Inspector.
- 6) Cada operación de la evaluación de calificación será presenciada por el Inspector.
- 7) Al final de la evaluación, la pieza de evaluación será inspeccionada por el inspector y si es aceptada visualmente, será radiografiada.
- 8) Si la pieza de evaluación es rechazada, se le dará al soldador/operador una oportunidad más para probar su habilidad.
- 9) Si la calificación es aceptable de acuerdo al código especificado, el calificador emitirá un registro (RCS) de calificación del soldador/operador como un certificado indicando todos los parámetros de la evaluación; firmado y sellado por la autoridad de inspección de CEMPROTECH.

El resultado de la evaluación será monitoreado y registrado por el Gerente de QA/QC de Cliente o su representante, en un registro de calificación de soldador/ operador (RCS), indicando todos los parámetros de la evaluación.

Cada soldador/operador será identificado por un símbolo o sello de soldador. El Supervisor de QA/QC se asegurará de que cada soldador/operador tenga un símbolo o sello único.

No se realizará ningún trabajo de soldadura en el proyecto sin la previa obtención del RCS del representante de CEMPROTECH.

Los registros de evaluación de calificación de todos los soldadores/operadores serán mantenidos en campo en todo momento para ser revisados por el representante del Cliente.

PLAN DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN

SECCIÓN SOLDADURA (GENERAL) PARA FACILIDADES

No.	Inspección y Evaluación Descripción	Documento Referencia	de	Criterio Aceptación	de	Formulario Certificación	de	Participantes					
								S	Q	C	L		
1	Calificación del Procedimiento de Soldadura	API 1104		API 1104		CPS		P	R	H	W		
2	Especificación del Procedimiento de Soldadura	API 1104		Por el Cliente		EPS		P	H	H			
3	Resumen WPS	QC Plan		N/A				P	R	R			
4	Calificación del Soldador	API 1104		ASME IX		RCS		P	R	S			
									H/A	H/A			
5	Registro de Calificación del Soldador	QC Plan						P	R	R			
6	Inspección de Consumibles	ASME SEC.II						P	R	S			
7	Almacenamiento de Consumibles	QC Plan						P	R	S			
8	Preparación de Junta/Fit Up	EPS						P	R	S			
9	E.N.D.	API-1104		API 1104		Por Subcontratista							
	Inspección Radiográfica										R	R/A	P/C/A
	Inspección por Tintas Penetrantes										R	R/A	P/C/A
	Inspección de Partículas Magnéticas										R	R/A	P/C/A
	Inspección Ultrasónica										R	R/A	P/C/A
10	Calificación del Personal de E.N.D.	ASNT-CP-189 o ASNT-TC-1A		ASNT-CP-189 o ASNT-TC-1A		Nivel-II Certificación			R	H	P/C/A		

LEYENDAS

Participantes

S - Subcontratista
 Q - Inspector de QC de Cliente
 C - Cliente o Compañía
 L - Laboratorio / Terceros

Códigos de intervención

P - Performance
 T - Testigo
 C - Certificado/Reporte END
 H - Punto de detención
 R - Revisión
 A / R - (Aceptar/Rechazar)
 S - Auditoria

<i>CemproTech SAC</i>	PROCEDIMIENTO DE CALIDAD	Control de Calidad
	ESPECIFICACIÓN GENERAL DE SOLDADURA	3680 – PAC – EGS – 001
		Página 12 de 12

11.0 SEGURIDAD

SESMA (Seguridad, Salud y Medio Ambiente)

11.1 Análisis de riesgo

- 11.1.1 Proyección de partículas, metal fundido.
- 11.1.2 Riesgo eléctrico.
- 11.1.3 Riesgo de incendio.
- 11.1.4 Radiaciones ultravioleta, infrarrojas.
- 11.1.5 Emanaciones de humos de soldadura.
- 11.1.6 Exposición a terceros
- 11.1.7 Contacto con superficies calientes
- 11.1.8 Rotura de discos abrasivos, proyección de partículas o restos del disco
- 11.1.9 Contacto con discos abrasivos en operación

11.2 Medidas preventivas

- 11.2.1 Utilizar indumentaria de cuero (saco, delantal, polainas, guantes)
- 11.2.2 Verificar ausencia de materiales combustibles afectados por las chispas o la caída de partículas incandescentes.
- 11.2.3 Alimentar la electrosoldadora a través de tableros eléctricos normalizados bajo protección diferencial. Verificar rótulo de revisado del mes en curso.
- 11.2.4 Disponer de extinguidores de incendio. Elaborar el Análisis de Seguridad en el Trabajo (AST)
- 11.2.5 Disponer de pantalla protectora (biombo) de la emisión de rayos ultravioletas/ infrarrojas
- 11.2.6 Verificar aireación ventilación, iluminación y condiciones generales del ambiente.
- 11.2.7 Utilizar protección respiratoria contra humos y polvos de la soldadura.
- 11.2.8 Verificar RPM de disco abrasivo compatible con la esmeriladora

11.3 Elementos de protección personal

- 11.3.1 Casco de seguridad
- 11.3.2 Calzado de seguridad
- 11.3.3 Careta para soldador con filtro tonalizado
- 11.3.4 Protector facial y ocular
- 11.3.5 Protección auditiva.
- 11.3.6 Protección respiratoria.
- 11.3.7 Campera de cuero
- 11.3.8 Delantal de cuero
- 11.3.9 Guantes de cuero de puño largo
- 11.3.10 Polainas de cuero.

12.0 WPS APLICABLE SEGÚN CLASE DE TUBERÍA

Ver Anexos.

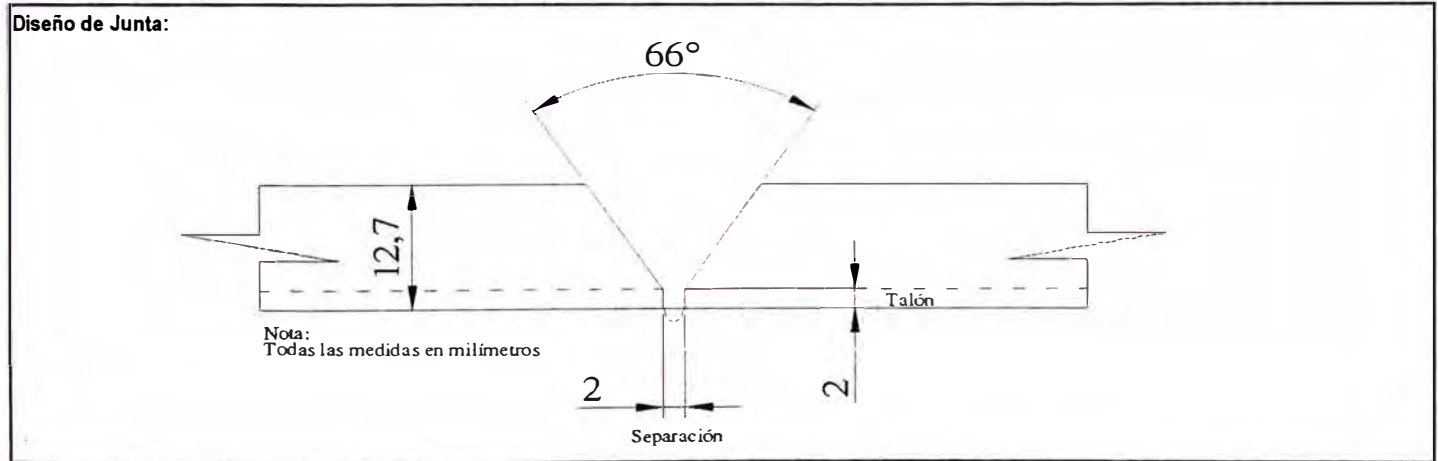
A – 4. Calificación de procedimiento de soldadura

CEMPROTECH	CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA <small>CONSTRUCTION, ENGINEERING, MANAGEMENT, PROCURE TECHNOLOGY</small> (API Estandar 1104/99)	Control de Calidad
	REEMPLAZO DE MINERODUCTO - COMPAÑIA MINERA LOS QUENUALES	CPS No. 002
		HOJA 1 de 2

Fecha: 05/08/04

CPS N°: 002	Cliete: Empresa Minera Los Quenuales - Iscaycruz
Revisión: 001	Condiciones climaticas: Normal
Proceso de Soldadura: SMAW	Temperatura: 20°
Tipo de Soldadura: Manual	

Preparacion del Bisel: Oxicorte y Esmerilado	Tipo de maquina de soldar: XMT 304 CC/ MILLER
Respaldo: No	Potencia de maquina de soldar: 12 KVA
Material de Respaldo: N.A.	



Material: API 5L X56	Posición: 6G
Diámetro y Espesor: 3 1/2" y 1/2"	Limpieza-esmerilado: Raíz, Disco abrasivo - Resto, Escobilla circular
Dirección de Soldadura: Raíz-Vert. Ascendente, Resto Vert. Descendente	Pre calentamiento y Alivio de tensiones: 80°C
Diseño de Junta: en V	Gas de Protección y Caudal: -
Metal de Aporte: Ra. SAFER E6010 - Re. y Pre. SAFER E7010	Fundente de Protección: -
Características Eléctricas: DCEN Y DCEP	Velocidad de Soldadura: -
Número de Soldadores: 01	Composición del Gas Plasma: -
Tiempo entre pases: 5 minutos	Flujo de caudal (Gas Plasma): -
Tipo de utillaje de alineación: Puentes internos	Tamaño del orificio (gas plasma): -

PARAMETROS DE SOLDADURA

Pase N°	Ra	Ca	1° Re	2° Re	3° Re	1°Pre	2° Pre
Proceso	SMAW	SMAW	SMAW	SMAW	SMAW	SMAW	SMAW
Electrodo (AWS)	E6010	E7010	E7010	E7010	E7010	E7010	E7010
Diámetro (mm)	3.2 mm.	4.0 mm.	4.0 mm.	5.0 mm.	5.0 mm.	4.0 mm.	4.0 mm.
Velocidad del arco (cm/min)	9	17	16	16	16	16	16
Voltaje:	28-35	26-33	26-33	27-35	26-34	26-34	26-34
Amperaje:	70-100	80-125	80-125	100-140	100-130	85-115	85-115
Dirección	V.A.	V.D.	V.D.	V.D.	V.D.	V.D.	V.D.
Tipo de corriente y Polaridad	DC(-)	DC(+)	DC(+)	DC(+)	DC(+)	DC(+)	DC(+)
Otros	-	-	-	-	-	-	-

Observaciones: Ra: Raíz, Ca: Caliente, Re: Relleno y Pre: Presentación. V.D.: Vertical Descendente. V.A.: Vertical Ascendente

APROBACION:
CEMPROTECH
 QA: **Robertho Aliaga Rosales**
 Firma:
 Fecha:

CEMPROTECH	CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA <small>CONSTRUCTION, ENGINEERING, MANAGEMENT, PROCEDURE TECHNOLOGY</small> (API Estandar 1104/99)	Control de Calidad
	REEMPLAZO DE MINERODUCTO - COMPAÑIA MINERA LOS QUENUALES	CPS No. 002
		HOJA 2 de 2

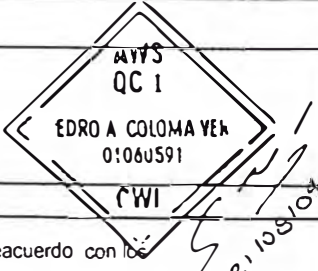
Fecha: 05 / 08 / 04

CPS N°:	002.	Cliente:	
Revisión:	001	Empresa Minera Los Quenuales - Iscaycruz	
Proceso de Soldadura:	SMAW	Condiciones climaticas:	Normal
Tipo de Soldadura:	Manual	Temperatura:	20°

ENSAYO DE TRACCION						
Especimen No.	Ancho mm	Espesor mm	Area mm ²	Carga Ultima KN	Esfuerzo Ultimo MPa	Tipo y localización de la fractura
P 02	27	12.62	341	178.80	524	Ductil / en metal Base
El valor obtenido es mayor al esfuerzo último del API 5L X56 (489.52 MPa) por lo que el resultado de la prueba es Aprobado						


ENSAYO DE DOBLEZ GUIADO	
Tipo y Figura No.	Resultado.
Doble de Raiz - 1	Aprobado. (sin observaciones)
Doble de Raiz - 2	Aprobado. (sin observaciones)

ENSAYO DE NICK BREAK	
Tipo y Figura No.	Resultado.
Ensayo 1	Aprobado. (sin observaciones)
Ensayo 2	Aprobado. (sin observaciones)

Soldador: Wilfredo Correa	Número de Estampa: 002	
Ensayo Mecánicos realizados por: CENTRO TECNOLOGICO EXSA		
Inspector de Calificación: Robertho Aliaga Rosales CEMPROTECH / Pedro Coloma Vera EXSA		

Nosotros certificamos que lo declarado en este registro son correctos y que la soldadura, soldador y los ensayos estan de acuerdo con los requerimientos del API 1104

Observaciones:
El esfuerzo del API 5L X56 , es de 489.9 MPa. y el esfuerzo obtenido es mayor a este valor.

APROBACION:
CEMPROTECH
QA: Robertho Aliaga Rosales
Firma: 
Fecha: 21/08/04

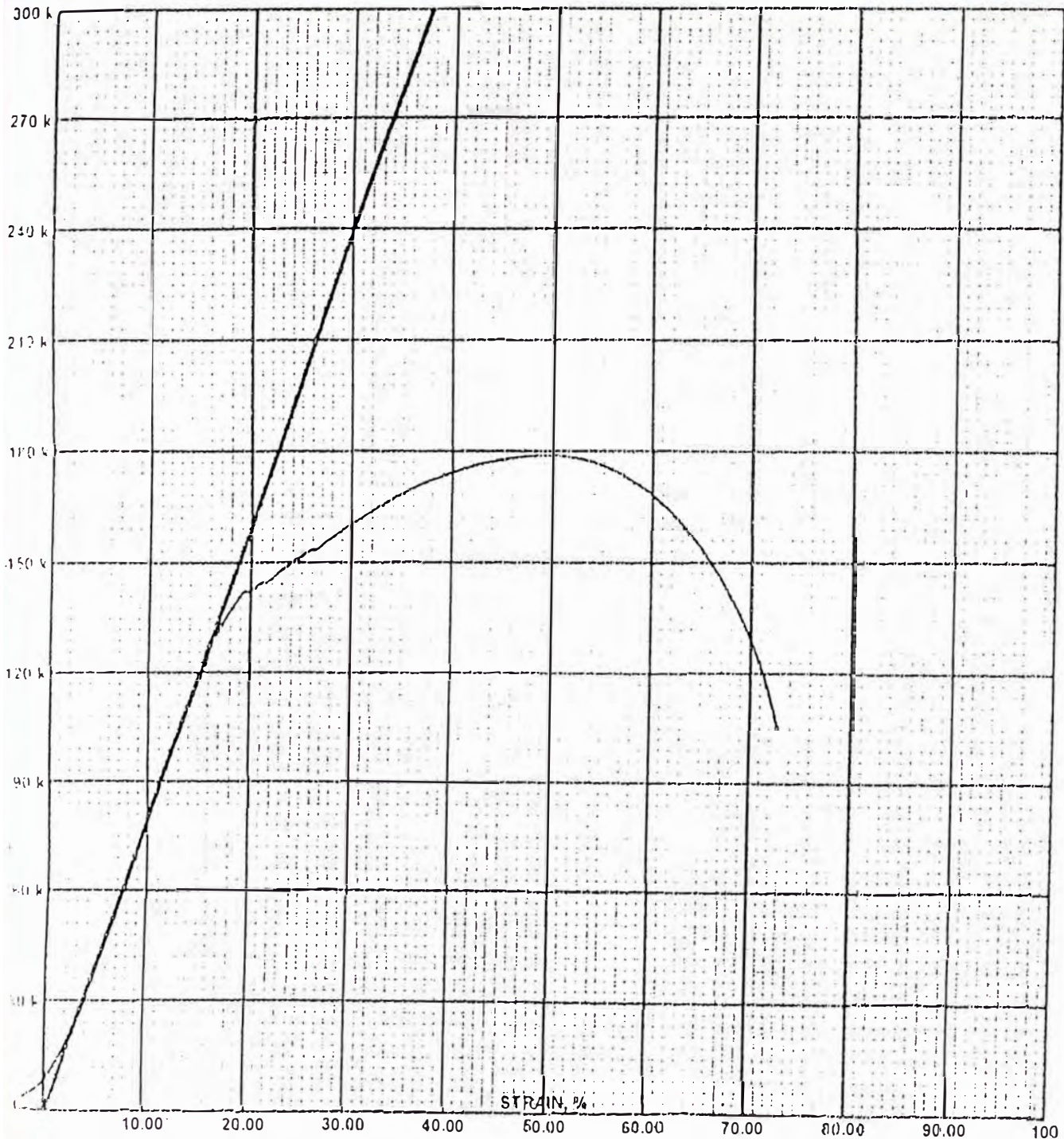
EXSA S.A.
Lab. de Pruebas Fisicas
Gerencia de Operaciones

E8 ASTM Report
Program #197,745-R0

Description: PROBETA
Customer: traccion
Report Set: MII Tensile
Test Set: MII Tensile

Load Range: 3000.00 N
X-Axis Ranges: 100 %
Print Date: 2004/08/10
Inst GL/Max: 50 mm/20 mm

Sample Number: P2
Width, mm: 27
Thk, mm: 12.62
CS Area, mm²: 341
Modulus, Mpsi: 0.3
OFS @ 0.2, N: 116500
OFS @ 0.2, MPa: 342
Ultimate, N: 178800
Ultimate, MPa: 524
TE (Man), %: 72.8
Modulus, psi: 341000
Mod Strt, %: 4.87
Mod Stop, %: 17.27
Date: 2004/08/10



Specimen Break
Aug 10, 2004 11:40:29 AM

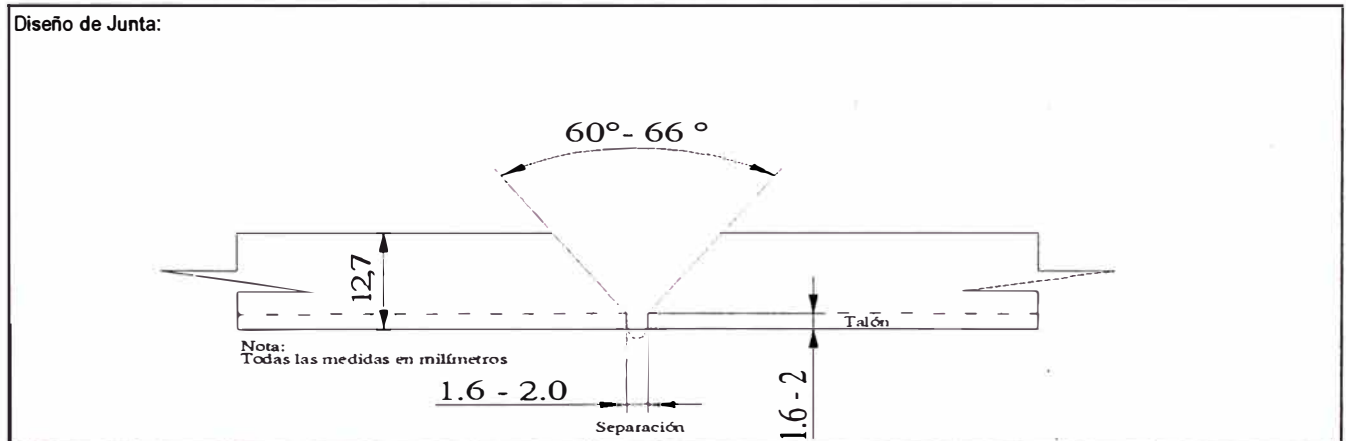
A – 5. Especificación de procedimiento de soldadura

CEMPROTECH	ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA CONSTRUCTION, ENGINEERING, MANAGEMENT, PROCURE TECHNOLOGY (API Estandar 1104/99)	Control de Calidad
		EPS No. 001
	REEMPLAZO DE MINERODUCTO - COMPAÑIA MINERA LOS QUENUALES	HOJA 1 de 1

Fecha: 05 / 08 / 04

EPS N°:	001	Cliete:	
Revisión:	001	Empresa Minera Los Quenuales - Iscaycruz	
CPS de Soporte N°	001	Condiciones climáticas:	Normal
Proceso de Soldadura:	SMAW	Temperatura:	20°
Tipo de Soldadura:	Manual		

Preparación del Bisel:	Oxicorte y Esmerilado	Rango de Espesores calificados:	3/16" - 3/4"
Respaldo:	No	Rango de Diámetros: calificados:	2 3/8" - 12 3/4"
Material de Respaldo:	N.A.	Rango de Esfuerzos de Fluencia: calificados:	42000 PSI - 65000 PSI



Material:	API 5L X56	Posición:	Todas
Diámetro y Espesor:	Ver rango calificado	Limpieza-esmerilado:	Raiz, Disco abrasivo - Resto, Escobilla circular
Dirección de Soldadura:	Vertical Descendente	Pre calentamiento y Alivio de tensiones:	80°C
Diseño de Junta:	en V	Gas de Protección y Caudal:	-
Metal de Aporte:	Ra. SAFER E6010 - Re. y Pre. SAFER E7010	Fundente de Protección:	-
Características Eléctricas:	DCEN Y DCEP	Velocidad de Soldadura:	-
Número de Soldadores:	01	Composición del Gas Plasma:	-
Tiempo entre pases:	5 minutos	Flujo de caudal (Gas Plasma):	-
Tipo de utillaje de alineación:	Puentes internos	Tamaño del orificio (gas plasma):	-

PARÁMETROS DE SOLDADURA

Pase N°	Ra	Ca	1° Re	2° Re	3° Re	1°Pre	2° Pre
Proceso	SMAW	SMAW	SMAW	SMAW	SMAW	SMAW	SMAW
Electrodo (AWS)	E6010	E7010	E7010	E7010	E7010	E7010	E7010
Diámetro (mm)	3.2 mm.	4.0 mm.	4.0 mm.	5.0 mm.	5.0 mm.	4.0 mm.	4.0 mm.
Velocidad del arco (cm/min)	20	17	16	16	16	16	16
Voltaje:	26-30	27-31	27-31	27-32	27-32	26-32	26-32
Amperaje:	80-100	80-130	80-130	110-140	110-140	80-130	80-130
Dirección	V.D.	V.D.	V.D.	V.D.	V.D.	V.D.	V.D.
Tipo de corriente y Polaridad	DC(-)	DC(+)	DC(+)	DC(+)	DC(+)	DC(+)	DC(+)
Otros	-	-	-	-	-	-	-

Evaluación:			
Realizado por:	Pedro Coloma Vera CWI N° 01060591	Firma:	Fecha:

Observaciones: Ra: Raiz, Ca: Caliente, Re: Relleno y Pre: Presentación. V.D.: Vertical Descendente

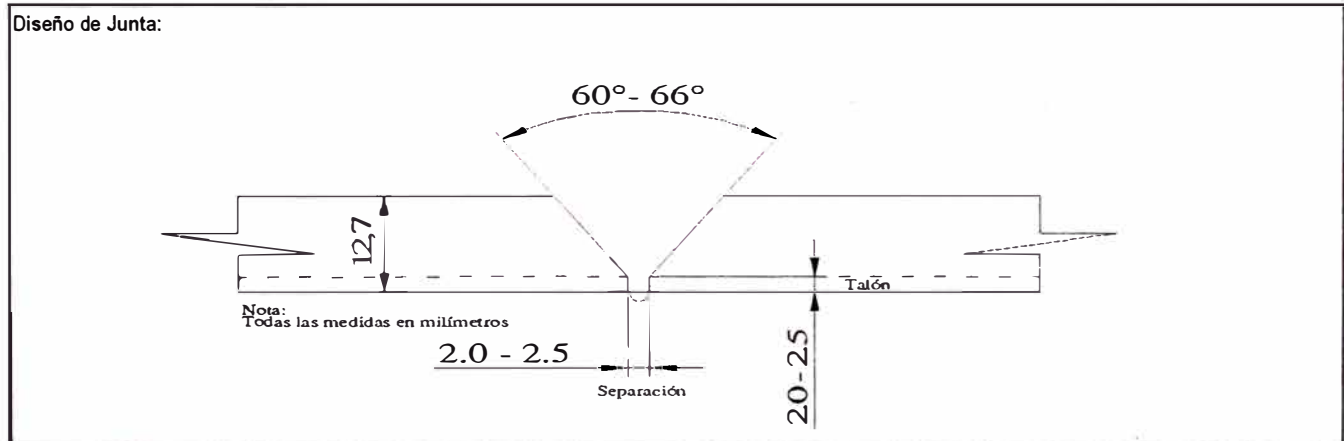
APROBACIÓN: CEMPROTECH QA: Robertho Aliaga Rosales Firma: Fecha:	Compañia Minera Los Quenuales Inspector Cliente Firma: _____
---	---

CEMPROTECH	ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA CONSTRUCTION, ENGINEERING, MANAGEMENT, PROCURE TECHNOLOGY (API Estandar 1104/99)	Control de Calidad
	REEMPLAZO DE MINERODUCTO - COMPAÑIA MINERA LOS QUENUALES	EPS No. 002
		HOJA 1 de 1

Fecha: 05 / 08 / 04

EPS N°:	002	Cliete:	
Revisión:	001	Empresa Minera Los Quenuales - Iscaycruz	
CPS de Soporte N°	002	Condiciones climáticas:	Normal
Proceso de Soldadura:	SMAW	Temperatura:	20°
Tipo de Soldadura:	Manual		

Preparación del Bisel:	Oxicorte y Esmerilado	Rango de Espesores calificados:	3/16" - 3/4"
Respaldo:	No	Rango de Diámetros calificados:	2 3/8" - 12 3/4"
Material de Respaldo:	N.A.	Rango de Esfuerzos de Fluencia calificados:	42000 PSI - 65000 PSI



Material:	API 5L X56	Posición:	Todas
Diámetro y Espesor:	Ver rango calificado	Limpieza-esmerilado:	Raiz, Disco abrasivo - Resto, Escobilla circular
Dirección de Soldadura:	Raiz-Vert. Ascendente, Resto Vert. Descendente	Pre calentamiento y Alivio de tensiones:	80°C
Diseño de Junta:	en V	Gas de Protección y Caudal:	-
Metal de Aporte:	Ra. SAFER E6010 - Re. y Pre. SAFER E7010	Fundente de Protección:	-
Características Eléctricas:	DCEN Y DCEP	Velocidad de Soldadura:	-
Número de Soldadores:	01	Composición del Gas Plasma:	-
Tiempo entre pases:	5 minutos	Flujo de caudal (Gas Plasma):	-
Tipo de utillaje de alineación:	Puentes internos	Tamaño del orificio (gas plasma):	-

PARÁMETROS DE SOLDADURA

Pase N°	Ra	Ca	1° Re	2° Re	3° Re	1° Pre	2° Pre
Proceso	SMAW	SMAW	SMAW	SMAW	SMAW	SMAW	SMAW
Electrodo (AWS)	E6010	E7010	E7010	E7010	E7010	E7010	E7010
Diámetro (mm)	3.2 mm.	4.0 mm.	4.0 mm.	5.0 mm.	5.0 mm.	4.0 mm.	4.0 mm.
Velocidad del arco (cm/min)	9	17	16	16	16	16	16
Voltaje:	28-35	26-33	26-33	27-35	26-34	26-34	26-34
Amperaje:	70-100	80-125	80-125	100-140	100-130	85-115	85-115
Dirección	V.A.	V.D.	V.D.	V.D.	V.D.	V.D.	V.D.
Tipo de corriente y Polaridad	DC(-)	DC(+)	DC(+)	DC(+)	DC(+)	DC(+)	DC(+)
Otros	-	-	-	-	-	-	-

Evaluación:		Firma:		Fecha:	
Realizado por:	Pedro Coloma Vera CWI N° 01060591				

Observaciones: Ra: Raiz, Ca: Caliente, Re: Relleno y Pre: Presentación. V.D.: Vertical Descendente. V.A.: Vertical Ascendente

APROBACIÓN: CEMPROTECH QA: Robertho Aliaga Rosales Firma: Fecha:	Compañía Minera Los Quenuales Inspector Cliente Firma: _____
--	--

A – 6. Calificación de soldadores



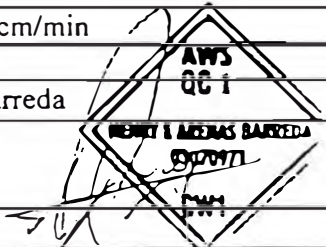
FORMATO DE CALIFICACION DE SOLDADORES SEGUN API 1104

ED. 99

(Reemplazo de Minero ducto- CIA Minera Los Quenuales)

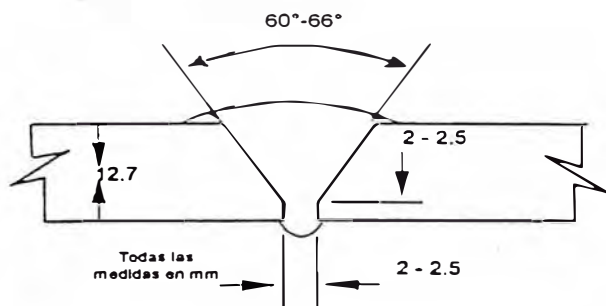
Registro:	QUA010/04
Fecha:	07/01/05
Revisión:	01
Página:	1 de 1

Proceso:	SMAW	Procedimiento N°:	001	Certificado N°:	004-L-05
Material:	API 5L X56				
Diámetro Prueba:	4 1/2"	Rango Calificado:	2 3/8" a 12 3/4"		
Espesor de Prueba:	1/2"	Rango Calificado:	3/16" a 3/4"		
Posición de soldadura:	6G	Rango Calificado:	Todas las posiciones		
Diseño de junta:	A Tope en V				
Material de aporte y número de pases:	E - 6010 / E - 7010 y 7 pases				
Características eléctricas:	DCEN	X	DCEP	X	
Dirección de soldeo:	↓	Raíz	↓	Resto	
Número de soldadores:	01	Estampa:	W-013		
Lapso de tiempo entre pases:	5 Minutos				
Limpieza y/o esmerilado:	Raíz-disco abrasivo, Resto-escobilla circular				
Pre calentamiento / Alivio de Tensiones:	80°C				
Gas de protección y caudal:	----				
Flujo protector:	---				
Velocidad de avance:	16-20cm/min				



Supervisor:	Henry Arenas Barreda	Soldador:	Alcides Ortiz Navarro
Firma:			

Resultados de los ensayos mecánicos:	Aceptado ()	No aprobado ()	Ver documentación adjunta
Resultados de la inspección radiográfica:	Aceptado (x)	No aprobado ()	Ver documentación adjunta



TAMAÑO DE ELECTRODO Y NUMERO DE PASES

Numero de pases	Tipo y tamaño de electrodo	Producto	Voltaje (V)	Amperaje (A) y polaridad	Velocidad
1° (Raíz)	E-6010 / 3.2mm	Safer	26-30	80-100 DCEN	20 cm/min
2° (Caliente)	E-7010 / 4mm	Safer	27-31	80-130 DCEP	17 cm/min
3° (Relleno)	E-7010 / 4mm	Safer	27-31	80-130 DCEP	16 cm/min
4° (Relleno)	E-7010 / 5mm	Safer	27-32	110-140 DCEP	16 cm/min
5° (Relleno)	E-7010 / 5mm	Safer	27-32	110-130 DCEP	16 cm/min
6° (Presentación)	E-7010 / 4mm	Safer	26-32	80-130 DCEP	16 cm/min
7° (Presentación)	E-7010 / 4mm	Safer	26-32	80-130 DCEP	16 cm/min

REPORTE DE INSPECCION RADIOGRAFICA



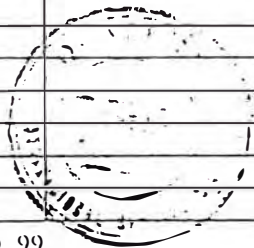
Av. José Leguía y Meléndez No 530 / Pueblo Libre
Teléfonos 460-2146 / 261-8627

Cliente: CEMPROTECH
 Proyecto: Reemplazo de Mineroducto-CIA Minera Los Quenuales
 Reporte No: 05 Pagina: 1 de 1
 Fuente Ir 192 / act. en GBq: 380 T. Foco: 0.14"
 Tipo de Material: API 5L X-56
 Espesor del Material: 12.7 mm Ø: 4 1/2"
 Distancia Fuente - Objeto: 4 1/2"
 Tiempo de Exposición: 1"
 Posición de Soldeo: 6G
 Método de Inspección: Spot 100%

Tipo de Película: AGFA D-7 Pantallas: 0.005"0.010"
 Lado F Lado P
 H&D: 2.5 - 3.00

<input checked="" type="checkbox"/>							
-------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Identificación	Número Película	Resultado	Tipo y Ubicación de Discontinuidades y Defectos	Observaciones
ALIF. SOLD				
0mm - 120mm)	P1	A		
0mm - 240mm)	P2	A		
40mm - 0mm)	P3	A		
=====	=====	=====	=====	



Norma de Calificación: API 1104 - ED. 99. EPS: 001
 Emisor: Alcides Ortiz Navarro Estampa: W-013

Inspeccionada por: Luis Alberto Alvarado Paz
 Realizado por Radiografías: 03
 Fecha de Inspección: 07-01-2005
 Inspector Nivel II ASNT: WILSON VASQUEZ T

Autorizada por: _____
 Firma: _____

Abreviaturas de los Defectos de Soldadura				Resultado
Falta de Penetración.	ESI	Escoria Alargada.	Vp	Porosidad Vermicular.
Falta de Penetración Desal.	ISI	Escoria Aislada.	CL	Fisura Longitudinal.
Falta de Fusión.	TI	Inclusión Tungsteno.	CT	Fisura Transversal.
Penetración Excesiva	GP	Porosidad Aislada.	CC	Fisura en Cráter.
Concavidad Interna.	AP	Porosidad Alineada	IU	Mordedura Socavada Interna.
Concavidad Externa	CP	Porosidad Anidada	EU	Mordedura Socavada Externa.
Quemon.	WP	Porosidad Tubular	ER	Superficie Imperfecta
Falta de Fusión entre Pases	AD	Acumulación de Discontinuidades		
				A Aceptado
				R Reparar

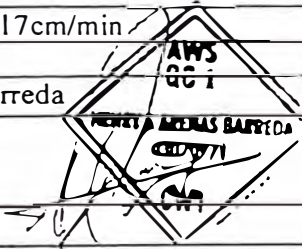


**FORMATO DE CALIFICACION DE
SOLDADORES SEGUN API 1104
ED. 99**

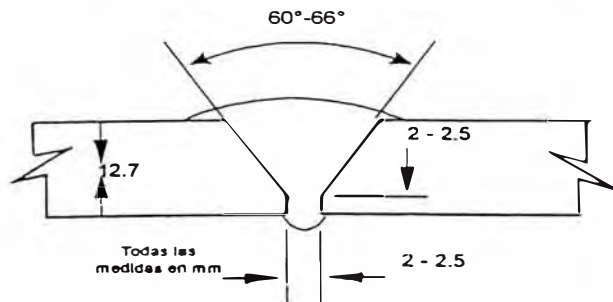
(Reemplazo de Minero ducto-CIA Minera Los Quenuales)

Registro:	QUA010/04
Fecha:	07/01/05
Revisión:	01
Página:	1 de 1

Proceso:	SMAW	Procedimiento N°:	002	Certificado N°:	005-L-05
Material:	API 5L X56				
Diámetro Prueba:	4 ½"	Rango Calificado:	2 3/8" a 12 ¼"		
Espesor de Prueba:	½"	Rango Calificado:	3/16" a 3/4"		
Posición de soldadura:	6G	Rango Calificado:	Todas las posiciones		
Diseño de junta:	A Tope en V				
Material de aporte y numero de pases:	E - 6010 / E - 7010 y 7 pases				
Características eléctricas:	DCEN	X	DCEP	X	
Dirección de soldeo:	↑	Raíz	↓	Resto	
Numero de soldadores:	01	Estampa:	W-014		
Lapso de tiempo entre pases:	5 Minutos				
Limpieza y/o esmerilado:	Raíz-disco abrasivo, Resto-escobilla circular				
Pre calentamiento / Alivio de Tensiones:	80°C				
Gas de protección y caudal:	----				
Flujo protector:	---				
Velocidad de avance:	9-17cm/min				

Supervisor:	Henry Arenas Barreda	Soldador:	José Antonio Silva carbajal
Firma:			

Resultados de los ensayos mecánicos:	Aceptado ()	No aprobado ()	Ver documentación adjunta
Resultados de la inspección radiográfica:	Aceptado (x)	No aprobado ()	Ver documentación adjunta



TAMAÑO DE ELECTRODO Y NUMERO DE PASES

Numero de pases	Tipo y tamaño de electrodo	Producto	Voltaje (V)	Amperaje (A) y polaridad	Velocidad
1° (Raíz)	E-6010 / 3.2mm	Safer	28-35	70-100 DCEN	9 cm/min
2° (Caliente)	E-7010 / 4mm	Safer	26-33	80-125 DCEP	17 cm/min
3° (Relleno)	E-7010 / 4mm	Safer	26-33	80-125 DCEP	16 cm/min
4° (Relleno)	E-7010 / 5mm	Safer	27-35	100-140 DCEP	16 cm/min
5° (Relleno)	E-7010 / 5mm	Safer	26-34	100-130 DCEP	16 cm/min
6° (Presentación)	E-7010 / 4mm	Safer	26-34	80-115 DCEP	16 cm/min
7° (Presentación)	E-7010 / 4mm	Safer	26-34	80-115 DCEP	16 cm/min

REPORTE DE INSPECCION RADIOGRAFICA



Av. José Leguía y Meléndez No 530 / Pueblo Libre

Teléfonos 460-2146 / 261-8627

Tipo de Película: AGFA D-7 Pantallas: 0.005"0.010"
 I.Q.I: ASTM-IB Lado F Lado P
 Ug: 0.009" H&D: 2.5 - 3.00

Cliente: CEMPROTECH
 Proyecto: Reemplazo de Mineroducto-CIA Minera Los Quenuales
 Reporte No: 06 Pagina: 1 de 1
 Fuente Ir 192 / act. en GBq: 380 T. Foco: 0.14"
 Tipo de Material: API 5L X-56
 Espesor del Material: 12.7 mm Ø: 4 1/2"
 Distancia Fuente - Objeto: 4 1/2"
 Tiempo de Exposición: 1
 Posición de Soldeo: 6G
 Método de Inspección: Spot 100%

Técnica	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
---------	-------------------------------------	--	--------------------------	--	--------------------------	--	--------------------------	--	--------------------------	--	--------------------------	--

Identificación	Número Película	Resultado	Tipo y Ubicación de Discontinuidades y Defectos	Observaciones
CALIF. SOLD				
(0mm - 120mm)	P1	A		
(120mm - 240mm)	P2	A		
(240mm - 0mm)	P3	A		
=====	=====	=====	=====	

Norma de Calificación: API 1104 - ED. 99. EPS: 002
 Soldador: José Antonio Silva Carbajal Estampa: W-014

Inspeccionada por: Luis Alberto Alvarado Paz
 Total Radiografías: 03
 Fecha de Inspección: 07-01-2005
 Inspector Nivel II ASNT: WILSON VASQUEZ T.
ASNT N° 11575 - TC - 1A
ASNT 001 02

Autorizada por:
 Firma:

Abreviaturas de los Defectos de Soldadura				Resultado
IP	Falta de Penetración.	ESI	Escoria Alargada.	A - Aceptado R - Reparar
IPD	Falta de Penetración Desal.	ISI	Escoria Aislada.	
IF	Falta de Fusión.	TI	Inclusión Tungsteno.	
EP	Penetración Excesiva.	GP	Porosidad Aislada.	
IC	Concavidad Interna.	AP	Porosidad Alineada.	
EC	Concavidad Externa.	CP	Porosidad Anidada.	
BT	Quemon.	WP	Porosidad Tubular.	
IFD	Falta de Fusión entre Pases.	AD	Acumulación de Discontinuidades.	
		VP	Porosidad Vermicular.	
		CL	Fisura Longitudinal.	
		CT	Fisura Transversal.	
		CC	Fisura en Cráter.	
		IE	Mordedura Socavad. Interna.	
		EU	Mordedura Socavad. Externa.	
		ER	Superficie Imperfecta.	



FORMATO DE CALIFICACION DE SOLDADORES SEGUN API 1104 ED. 99

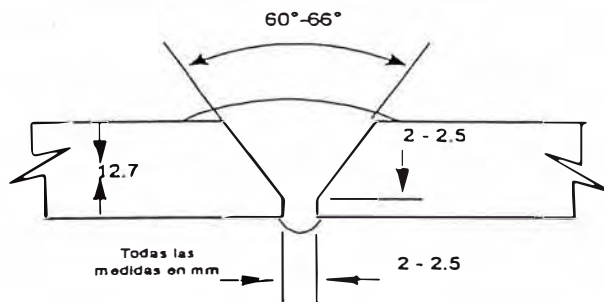
(Reemplazo de Mineroproducto-CIA Minera Los Quenuales)

Registro:	QUA010/04
Fecha:	07/01/05
Revisión:	01
Página:	1 de 1

Proceso:	SMAW	Procedimiento N°:	002	Certificado N°:	006-L-05
Material:	API 5L X56				
Diámetro Prueba:	4 ½"	Rango Calificado:	2 3/8" a 12 ¾"		
Espesor de Prueba:	½"	Rango Calificado:	3/16" a 3/4"		
Posición de soldadura:	6G	Rango Calificado:	Todas las posiciones		
Diseño de junta:	A Tope en V				
Material de aporte y número de pases:	E - 6010 / E - 7010 y 7 pases				
Características eléctricas:	DCEN	X	DCEP	X	
Dirección de soldeo:	↑	Raíz	↓	Resto	
Número de soldadores:	01	Estampa:	W-015		
Lapso de tiempo entre pases:	5 Minutos				
Limpieza y/o esmerilado:	Raíz-disco abrasivo, Resto-escobilla circular				
Pre calentamiento / Alivio de Tensiones:	80°C				
Gas de protección y caudal:	----				
Flujo protector:	---				
Velocidad de avance:	9-17cm/min				

Supervisor:	Henry Arenas Barreda	Soldador:	Jesús David Pahuacho Gutarra
Firma:			

Resultados de los ensayos mecánicos:	Aceptado ()	No aprobado ()	Ver documentación adjunta
Resultados de la inspección radiográfica:	Aceptado (x)	No aprobado ()	Ver documentación adjunta



TAMAÑO DE ELECTRODO Y NUMERO DE PASES

Numero de pases	Tipo y tamaño de electrodo	Producto	Voltaje (V)	Amperaje (A) y polaridad	Velocidad
1° (Raíz)	E-6010 / 3.2mm	Safer	28-35	70-100 DCEN	9 cm/min
2° (Caliente)	E-7010 / 4mm	Safer	26-33	80-125 DCEP	17 cm/min
3° (Relleno)	E-7010 / 4mm	Safer	26-33	80-125 DCEP	16 cm/min
4° (Relleno)	E-7010 / 5mm	Safer	27-35	100-140 DCEP	16 cm/min
5° (Relleno)	E-7010 / 5mm	Safer	26-34	100-130 DCEP	16 cm/min
6° (Presentación)	E-7010 / 4mm	Safer	26-34	80-115 DCEP	16 cm/min
7° (Presentación)	E-7010 / 4mm	Safer	26-34	80-115 DCEP	16 cm/min

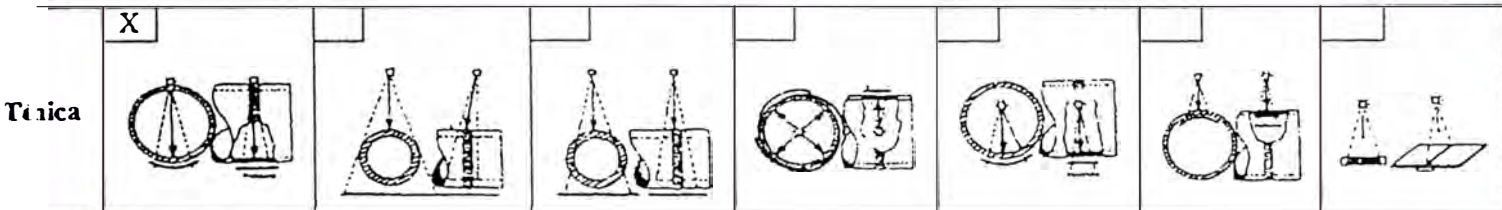
REPORTE DE INSPECCION RADIOGRAFICA



Av. José Leguía y Meléndez No 530 / Pueblo Libre
Teléfonos 460-2146 / 261-8627

Cliente: CEMPROTECH
 Proyecto: Reemplazo de Mineroducto-CIA Minera Los Quenuales
 Reporte No: 07 Pagina : 1 de 1
 Fuente Ir 192 / act en GBq: 380 T. Foco: 0.14"
 Tipo de Material: API 5L X-56
 Espesor del Material: 12.7 mm Ø: 4 1/2"
 Distancia Fuente - Objeto: 4 1/2"
 Tiempo de Exposición: 1"
 Posición de Soldeo: 6G
 Método de Inspección: S pot 100%

Tipo de Película: AGFA D-7 Pantallas: 0.005"0.010"
 I.C.F: ASTM-IB Lado F Lado P
 U 0.009" H&D: 2.5 - 3.00



Identificación	Número Película	Resultado	Tipo y Ubicación de Discontinuidades y Defectos	Observaciones
ALIF. SOLD				
(nm - 120mm)	P1	A		
()mm - 240mm)	P2	A		
(10mm - 0mm)	P3	A		
=====	=====	=====	=====	

Norma de Calificación: API 1104 - ED. 99. EPS: 002
 Soldador: Jesús David Pahuacho Gutarra Estampa: W-015

Inspeccionada por: Luis Alberto Alvarado Paz.
 Total Radiografías: 03
 Fecha de Inspección: 07-01-2005
 Inspector Nivel II ASNT: WILSON VASQUEZ T.

Autorizada por: _____
 Firma: _____

Abreviaturas de los Defectos de Soldadura				Resultado
Falta de Penetración.	ESI	Escoria Alargada.	VP	Porosidad Vermicular.
Falta de Penetración Desal.	ISI	Escoria Aislada.	CL	Fisura Longitudinal.
Falta de Fusión.	TI	Inclusión Tungsteno.	CT	Fisura Transversal.
Penetración Excesiva.	GP	Porosidad Aislada.	CC	Fisura en Cráter.
Concavidad Interna	AP	Porosidad Alineada.	II	Mordedura Socavada Interna.
Concavidad Externa.	CP	Porosidad Anidada.	EI	Mordedura Socavada Externa.
Quemon.	WP	Porosidad Tubular.	FR	Superficie Imperfecta
Falta de Fusión entre Pasos	AD	Acumulación de Discontinuidades.		
				A Aceptado.
				R Reparar.

A – 7. Procedimiento de curvado de tuberías

1. OBJETO

Describir la forma en que se realiza la gestión del curvado en frío de las tuberías de acero en la obra a realizar.

2. ALCANCE

El procedimiento es aplicable a la actividad de la gestión del curvado en frío de tuberías de acero en la obra a realizar.

3. REFERENCIAS

- Planos del proyecto y replanteo topográfico.
- Norma NTP ISO 9001:2001, Sistemas de Gestión de Calidad.
- API 5L : Specification for Line Pipe.

4. DEFINICIONES

4.1. Curvado al frío

Es el proceso de deformación en frío que se realiza a la tubería para darle la curvatura según los requerimientos de la ingeniería del proyecto.

4.2. Proceso de curvado

Es la actividad mediante la cual se curva la tubería de acero, deformando al material en forma plástica sin alterar la sección del tubo, verificando la ovalización de las tuberías mediante el uso de dos discos de aluminio separados entre sí por una longitud igual a 1.5 veces diámetro nominal del tubo a curvar, los discos serán de 3/16" de espesor y su diámetro equivalente al alcanzado por la máxima ovalización del 2.5% del diámetro exterior del tubo.

Tal dispositivo debe pasar por el interior del elemento curvado, la retención del disco esta indicando que la tolerancia aceptada fue excedida.

El diámetro del disco utilizado para el calibre de tuberías de 5" es de 118 mm.

El diámetro del disco utilizado para el calibre de tuberías de 4" es de 98 mm.

5. EJECUCION

5.1 Requerimiento de tubería Curvada

De acuerdo a la actividades planificadas en cada frente el área de producción solicitará a la oficina de topografía, que emita una solicitud de curvado por los siguientes motivos:

- a. **Diseño de la Línea:** En conformidad a los planos de Obra.
- b. **Interferencias:** Cruces de la línea de tuberías con otras líneas existentes,
- c. **Cambio de Ingeniería:** Por un vicio oculto en la línea de tendido de tuberías, el cual requiere un cambio de posición o trayectoria.

5.2 Autorización del curvado de tubería

Para el curvado de la tubería se realizara de acuerdo a los planos entregados por oficina de Topografía, estos se encargará de levantar los datos en campo, para ser señalados en los planos y poder realizar el curvado, esto estara a cargo del supervisor de campo, con la coordinación de Control de calidad. Cuando este definido se procedera a realizar el curvado de la tubería.

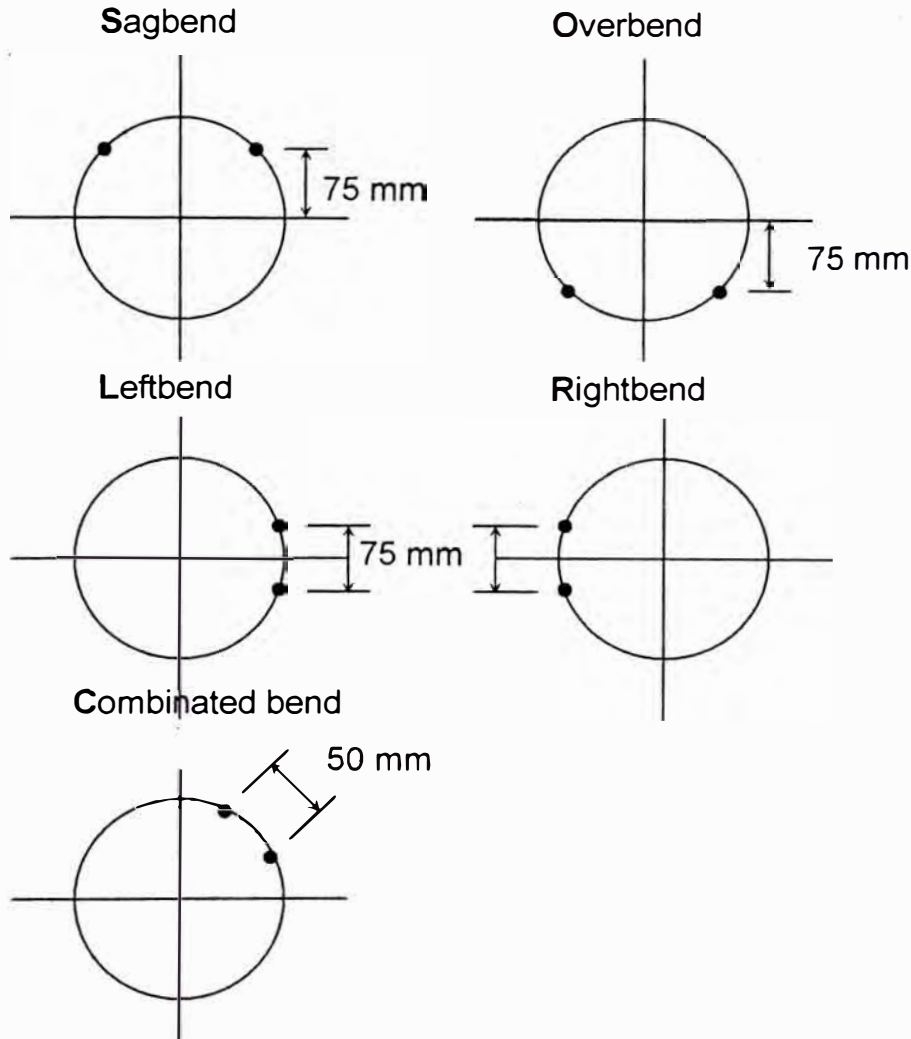
5.3 Proceso de curvado

Se instalará el tubo en el equipo, considerando lo siguiente:

- La tubería marcada con el tipo y grado de curvatura será colocada en la máquina de curvado por medio de una grúa o equipo equivalente.
- Se hará uso de sogas fijadas a los extremos de las tuberías para evitar movimientos de balanceo mientras esta siendo trasladada a la máquina de curvado.
- Se ha incorporado un par de rodillos al equipo, para facilitar la maniobra de la tubería.
- La tubería será deslizada en la máquina de curvado, por medio de un winche y después se instalará la matriz en el punto de inicio de la curvatura.
- El cilindro de empuje acciona la cuña levantando la zapata de empuje mientras las abrazaderas de la misma se cierran automáticamente, evitando así deformaciones (ovalización) de la tubería durante el proceso de curvado.
- El cilindro interno levanta la cama de apoyo, elevando el tubo hacia la matriz.
- El cilindro externo empuja ligeramente el extremo de la cama, curvando la tubería suavemente. La curvatura deberá ser distribuida a lo largo de la mayor longitud de tubería posible.
- El equipo dispone de una vara para la medición de los grados que el operador genera en cada golpe. El ángulo de deflexión máximo por paso debe ser $\leq 0.6^\circ$ por paso el cual será verificado mediante el uso del clinómetro.
- Los golpes para curvado se repetirán tantas veces como se requiera hasta obtener el ángulo deseado, tomando como restricción que el radio de curvatura no deberá ser inferior a 40 veces el diámetro del tubo.

- Se usará un mandril de doblado si, durante el doblado, ocurrieran arrugas u ondulaciones o si las tolerancias de ovalización no pudieran ser respetadas

La ubicación del cordón de soldadura (longitudinal) de la tubería al ingresar a la máquina de curvado debe estar posicionado respetando los esquemas siguientes:



Ingresando la tubería con su costura en la posición indicada, se logra que al instalar la curva, la costura del tubo curvado quede del lado derecho o izquierdo respecto a la costura de los tramos rectos adyacentes que estarán siempre en la parte superior.

Los dobleces en frío no podrán ser cortados en la sección curva

5.4 Entrega del elemento curvado

Al termino de los trabajos de curvado será comunicado al Supervisor de Campo o al interesado en la Obra a fin de que este pueda incorporar este elemento en la planificación de los trabajos.

De acuerdo a la programación de las actividades el Supervisor de Campo solicitará que la curva prevista sea enviada al punto fijado en la solicitud de curvado, con los documentos siguientes:

- Copia del registro de curvado de tubería en frío.

6. RESPONSABLES

6.1 Jefe de Topografía

- Responsable de levantar los datos de campo y de generar la "solicitud de curvado de la tubería".
- Responsable de que se reporten los datos técnicos en la "solicitud de curvado".

6.2 Supervisor de Campo

- Planificar la secuencia de las actividades de curvado de tubería en frío y hacer cumplir las actividades señaladas en el presente documento.
- Asegurar el área de trabajo de acuerdo a los estándares de seguridad.
- Responsable de que se reporten los datos técnicos en la "solicitud de curvado".

6.3 QA/QC

- Asegurar que los trabajos realizados cumplan con este procedimiento.
- Verificar que se cumpla con el traslado de la codificación y los datos estampados en las tuberías.
- Mantener al día los reportes de curvado de tubería 3680 – POC – R – 002.01

7. ANEXOS

7.1 Curvado de tubería en frío.

**A – 8. Procedimiento de instalación y
reparación de mantas termocontraíbles.**

CEMPROTECH	PLAN DE CALIDAD	Control de Calidad
	ESPECIFICACION GENERAL DE INSTALACION Y REPARACION DE MANTAS	3680 – POC – 010
		Pag. 2 de 8

1. OBJETIVO:

La presente especificación tiene por objetivo definir las acciones relacionadas con la instalación de mantas termocontraibles y la reparación de tuberías que realizará CEMPROTECH S.A.C. en el proyecto Reemplazo de Mineroducto Iscaycruz – Lagsaura.

2. ALCANCE:

La presente Especificación es aplicable a la actividad de instalación de mantas termocontraibles en juntas de soldadura realizadas en campo y reparación del recubrimiento dañado en tuberías y juntas de campo.

3. REFERENCIAS:

- Contrato del proyecto.
- NACE Std. RP-0274, Inspección eléctrica de alto voltaje de recubrimiento de tuberías previa a la instalación.
- Hoja técnica del fabricante de mantas de protección.
- Especificación Técnica de *RAYCHEM* – RT 1927.

4. DEFINICIONES:

Manta termocontraible:

Elemento de protección que se instalará sobre las juntas de unión soldadas o sobre las zonas dañadas del revestimiento, de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

Línea:

Se le denomina a la unión de dos o más tubos que conforman un tramo o unión de varios tramos.

5. EJECUCIÓN:

Preparación superficial:

Previo a la Limpieza Mecánica.

Se efectuara limpieza , retiro de grasas, de corrosión o cualquier otro material extraño, del área expuesta y zona adyacente al revestimiento que irá cubierta con manta termocontraible.

Se verificará el biselado del revestimiento del tubo en los extremos de línea adyacente a la junta, en caso de no estar biselado, biselar el mismo con un ángulo preferentemente de 15° o con un máximo de 30° respecto de la horizontal.

En la Limpieza Mecánica:

Se recomienda precalentar el metal expuesto a 60° C, siempre que las condiciones ambientales así lo ameriten.

Para la preparación de la superficie del metal de acero, estaremos empleando escobilla circular.

CEMPROTECH	PLAN DE CALIDAD ESPECIFICACION GENERAL DE INSTALACION Y REPARACION DE MANTAS	Control de Calidad
		3680 – POC – 010
		Pag. 3 de 8

La preparación superficial del metal de acero se hará hasta alcanzar el grado SSPC-SP 5 (Metal casi blanco) o SIS 055900-SA 2 ½.

Preparar ligeramente el revestimiento adyacente a la junta soldada, por lo menos 100 mm. por lado, quitándole el brillo para obtener una rugosidad que mejore la adherencia.

Aplicación de manta termocontraible:

- Precalentar la superficie del metal y del revestimiento de línea hasta alcanzar una temperatura no menor de 60° C ni mayor a 100° C para asegurar una buena adherencia.
- Verificar la temperatura de precalentamiento con termómetro, evitar el uso de lápices o indicadores que contaminen la superficie.
- Se coloca la manta termocontraible, centrándola sobre la unión soldada y envuélvala flojamente, dejando una separación aproximada de 25 mm. entre la tubería y la manta. El borde con los ángulos recortados debe ubicarse en las “10” o las “2”, posición del reloj en la sección de la tubería. La superposición o traslape de la junta de cierre debe ser de por lo menos 50 mm.
- Se aplicará el parche de cierre sobre el traslape, calentándolo en la parte del adhesivo por 1 ó 2 segundos, con fuego directo. Colocar el parche centrado sobre el borde expuesto en el final de la manta termocontraible.
- Una vez instalado en la junta de cierre (traslape) de la manta termocontraible caliéntelo de un extremo a otro aplicándole una presión uniforme para asegurar una buena adherencia y eliminar el aire atrapado con el rodillo. El “tramado del tejido” del parche de cierre se mostrará visible, como indicativo de que el mismo ha sido calentado hasta la temperatura mínima requerida.
- Comience a calentar a partir del centro de la manta termocontraible y hacia uno de sus extremos, calentando en forma circunferencial alrededor de la tubería y en constante movimiento para evitar que la manta termocontraible se queme, luego ir hacia el otro extremo. Evite mantener la llama perpendicular a la manta termocontraible.
- Asegúrese que toda la manta termocontraible ha sido uniformemente calentada y contraída firmemente alrededor de la tubería.
- La posibilidad de atrapar aire, puede evitarse, pasando el rodillo sobre la manta termocontraible, inmediatamente después de que la misma ha sido contraída sobre toda la superficie y mientras se encuentra aún caliente y blanda expulsando las burbujas de aire.

Inspección y pruebas de instalación:

Se verificará la correcta instalación de la manta termocontraible, mediante las siguientes pruebas o controles:

CEMPROTECH	PLAN DE CALIDAD	Control de Calidad
	ESPECIFICACION GENERAL DE INSTALACION Y REPARACION DE MANTAS	3680 – POC – 010
		Pag. 4 de 8

Inspección visual:

La manta termocontraible será inspeccionada visualmente, debiéndose comprobar lo siguiente:

- La inspección de la junta será efectuada luego que la manta termocontraible y la tubería han alcanzado una temperatura de 23° C.
- El perfil del contorno de la soldadura deberá ser identificable a través de la Manta termocontraible.
- Los extremos de la manta termocontraible estarán firmemente adheridos al revestimiento de línea.
- No debe haber extremos levantados.
- Se observará que el adhesivo termoplástico haya fluido por ambos extremos de la manta termocontraible.
- La manta termocontraible deberá presentar un aspecto uniforme, no debiendo existir huecos, puntos fríos, burbujas, cortes, quemaduras ó agujeros.
- En caso de presentar bolsas de aire, la instalación de la manta será aceptable si cumple simultáneamente las siguientes condiciones:
 - ✓ La dimensión de algunos de estos defectos no deberá exceder los 10cm².
 - ✓ La sumatoria de dichos defectos deberá ser menor a un 5% de la superficie cubierta por la manta.

No debe haber signos de elementos extraños atrapados en el adhesivo debajo de la manta termocontraible.
- La superposición de la manta termocontraible sobre el revestimiento de línea adyacente deberá de ser de por lo menos 50 mm. En cada extremo.
- Se podrá movilizar las secciones con mantas instaladas luego de efectuado la prueba de adherencia de modo satisfactorio.

Una vez que la instalación y/o reparación de mantas este terminado, se deberá realizar la prueba de “Holiday Detector”.

Holiday Detector:

El voltaje de detección máximo recomendado será: 5kV por cada mm. de espesor del recubrimiento mas 5kV. En nuestro caso, para el espesor de 2.5 mm. corresponde 17.5 kv., CEMPROTECH S.A.C. usará 20kV.

Si existe un defecto, marcar el orificio con un marcador adecuado, como tiza, crayola, para identificar el área que luego será reparada. Confirmar que la reparación es aceptable utilizando un Holiday Detector.

Reparación del recubrimiento de juntas y tuberías:

En las reparaciones del recubrimiento se deberá tener cuidado, que la zona a ser reparada deberá presentar una superficie rugosa sin brillo, tal que permita una buena adherencia, la que será obtenida por medios mecánicos (lijado, limado, y/o esmerilado) especialmente cuando se aplique parche.

CEMPROTECH	PLAN DE CALIDAD	Control de Calidad
	ESPECIFICACION GENERAL DE INSTALACION Y REPARACION DE MANTAS	3680 – POC – 010
		Pag. 5 de 8

a. Sistema de reparación de SOCORIL:

Los daños y defectos encontrados en el revestimiento serán evaluados según los criterios mostrados en el cuadro N° 4, y serán reparados de acuerdo a las especificaciones técnicas.

CUADRO N° 4

CRITERIO PARA REPARAR RECUBRIMIENTO TRICAPA

I. DEFECTOS QUE NO ALCANZAN AL METAL			
TAMAÑO DEL DEFECTO	LONGITUD DEL DEFECTO	ESPESOR DEL RECUBRIMIENTO	TIPO DE REPARACIÓN
Menores de 100cm ²	-	≥ 70% de lo especificado	Ninguno
Hasta 300cm ²	Máximo: 50 cm.	< 70% de lo especificado	Perp Melt Stick
Hasta 2cm de ancho	Perímetro <ul style="list-style-type: none"> • Máximo todo el perímetro. Longitudinal <ul style="list-style-type: none"> • 30 cm. de longitud máxima 	< 70% de lo especificado	Manta termocontraible-Raychem

II. DEFECTOS CON EXPOSICIÓN DE METAL			
TAMAÑO DEL DEFECTO	LONGITUD DEL DEFECTO	ESPESOR DEL RECUBRIMIENTO	TIPO DE REPARACIÓN
Hasta 200 cm ²	Máximo: 15 cm.	< 70% de lo especificado	Perp de reparación y Mastic N° S1137
De 200 cm ² a más	Perímetro <ul style="list-style-type: none"> • Máximo todo el perímetro. Longitudinal <ul style="list-style-type: none"> • 30 cm. de longitud máxima 	< 70% de lo especificado	Manta termocontraible-Raychem

Se iniciará el proceso de reparación limpiando el área dañada de grasa, aceite, agua o polvo y/o como indique el fabricante en su instrucción técnica del producto que será utilizado en la reparación. Una vez terminado, se deberá probar el área con un Holiday Detector.

b. Sistema de reparación RAYCHEM:

CEMPROTECH	PLAN DE CALIDAD	Control de Calidad
	ESPECIFICACION GENERAL DE INSTALACION Y REPARACION DE MANTAS	3680 - POC - 010
		Pag. 6 de 8

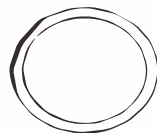
Para ejecutar reparaciones sobre el revestimiento de polietileno deteriorado se debe realizar los siguientes pasos:

- Para deterioros pequeños que no llegan a la superficie de acero desnudo, usar el Raychem PERP MELT STICK.
- Para deterioros prolongando al metal desnudo y no excediendo 12" (300mm.) de ancho, usar el SISTEMA Raychem PERP de Reparación y mastic S 1137.
- Para deterioros mayores a 12" (300 mm.), usar una Manta termocontraible Raychem.

Analizando el tamaño del deterioro por diámetro del tubo, se recomienda usar Raychem PERP Sistema de Reparación, si el deterioro es hasta 25% del perímetro del tubo. Si es más grande, entonces será utilizada una manta termocontraible, ver en el dibujo siguiente.

SISTEMA DE REPARACIÓN RAYCHEM

CRITERIO PARA REPARAR RECUBRIMIENTO DE TUBERIA EN RELACIÓN A LA EXPOSICIÓN DEL ACERO DESNUDO



REPARACIÓN TIPO R - 1

Para deterioros en el recubrimiento que no llegan a la superficie del acero desnudo, usar el Raychem Perp 80 Melt Stick



REPARACIÓN TIPO R - 2

Para deterioros que permiten ver la superficie del acero desnudo, y no excedan las 12" (300 mm) de ancho usar el Raychem Perp de reparación y Mastic N° S1137

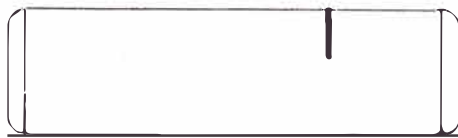


REPARACIÓN TIPO R - 3

Para deterioros que permiten ver la superficie del acero desnudo, y exceden las 12" (300 mm) de ancho usar una Manga termocontraible Raychem

CEMPROTECH	PLAN DE CALIDAD	Control de Calidad
	ESPECIFICACION GENERAL DE INSTALACION Y REPARACION DE MANTAS	3680 – POC – 010
		Pag. 7 de 8

**CRITERIO PARA REPARAR RECUBRIMIENTO DE TUBERIA
EN RELACIÓN AL DIAMETRO DEL TUBO**



REPARACIÓN TIPO R - 4

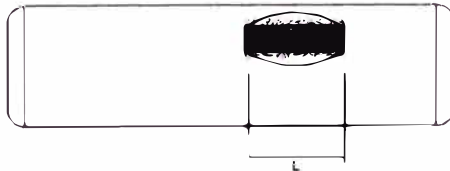
Para deterioros que permiten ver la superficie del acero desnudo, igual o menor al 25% del perímetro del tubo usar **Raychem Perp de reparación y Mastic N° S1137**



REPARACIÓN TIPO R - 5

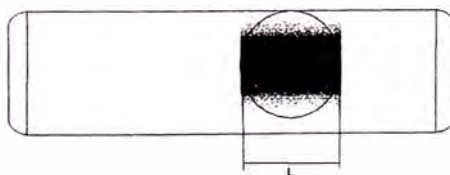
Para deterioros que permiten ver la superficie del acero desnudo, mayores al 25% del perímetro del tubo usar **Manga termocontraible Raychem**

**CRITERIO PARA REPARAR RECUBRIMIENTO DE TUBERIA
EN RELACIÓN AL AREA DE LA TUBERIA**



REPARACIÓN TIPO R - 6

Para deterioros que permiten ver la superficie del acero desnudo, igual o menor al 25% de la superficie del tubo para una longitud de tubo dado usar **Raychem Perp de reparación y Mastic N° S1137**



REPARACIÓN TIPO R - 7

Para deterioros que permiten ver la superficie del acero desnudo, y mayores al 25% de la superficie, para una longitud de tubo dado, usar una **Manga termocontraible Raychem**

Los mismos criterios pueden ser usados en el caso de analizar el deterioro por su área. Si el deterioro es de un 25% de la superficie del tubo para una longitud de tubo dado, se recomienda usar el Raychem PERP Sistema de Reparación. Si es más grande, entonces una manta termocontraible sería utilizada, ver en el dibujo anterior.

Realizado las reparaciones el tiempo necesario para proceder a manipular o bajar la tubería será el siguiente:

- Manta: Para proceder a tapar la tubería se deberá contar con los controles para su verificación.

CEMPROTECH	PLAN DE CALIDAD ESPECIFICACION GENERAL DE INSTALACION Y REPARACION DE MANTAS	Control de Calidad
		3680 – POC – 010
		Pag. 8 de 8

En todos los casos, es importante seguir estrictamente las Instrucciones de Instalación de los productos a ser utilizados.

Registro de datos:

Las instalaciones de mantas termocontraible efectuadas diariamente deberán ser verificadas y registradas. Manteniendo de esta manera un control sobre todas las juntas de soldadura protegidas.

6. RESPONSABLES:

Gerente de Construcción:

- Coordinar con el Jefe de QA/QC para que los trabajos de instalación de mantas cuenten con los respectivos protocolos de instalación.
- Coordinar con el cliente para la utilización del equipo Holiday Detector para las pruebas respectivas.

Jefe QA/QC:

- Verificar el cumplimiento integral de esta especificación.
- Indicar las acciones correctivas ante desvíos o practicas inadecuadas durante la aplicación del proceso detallado en esta especificación.
- antener los reportes generados durante el desarrollo del trabajo.

**A – 9. Procedimiento de pruebas
hidrostáticas**

1. OBJETO

Es garantizar la hermeticidad y la resistencia de la misma en la construcción del minero ducto para el transporte del fluido.

2. ALCANCE

El procedimiento se aplica a las pruebas hidráulicas de los tramos parciales de tuberías del Reemplazo del mineroducto.

3. REFERENCIAS

- Contrato del proyecto
- Especificación Técnica del Cliente.

4. EJECUCIÓN

4.1 Características de la línea

- a) Material : API 5L Gr X65
- b) Diámetro Nominal (mm) : (4" , 5")
- c) Espesor de Pared (mm.): 9.5 mm, 12.7 mm y 17.1.0 mm
- Asi como el termo fusionado de 600 m. De tubería HDPE Ø 6" de espesor 18.7 mm.
- d) Tensión al Límite de fluencia Especificada (psi): 65000 psi
- e) Longitud de la tubería a probar: Por tramos de longitudes a determinar
- f) Presión de Prueba: Según planos de construcción

4.2 Generalidades

Se tendrá en cuenta para el ensayo la altimetría, las presiones máximas y mínimas de la tubería con sus progresivas correspondientes y las fuentes utilizables para la extracción y descarga del agua. Estos tramos serán probados hidrostáticamente utilizando agua como medio presurizante. Dicha prueba consistirá en un ensayo de presión, controlada con manómetros y termómetros digitales.

4.3 Prueba hidráulica de los cabezales y accesorios

Cada cabezal y sus accesorios serán probados hidrostáticamente a 1,25 veces la presión máxima de prueba, a la que ellos estarán expuestos durante

1 hora. Toda vez que se suelden cabezales serán radiografiados o evaluados mediante tintes penetrantes o ultrasonido y aprobados de acuerdo con la Norma API 1104 y antes de su instalación en los tramos a probarse se los someterá al ensayo indicado.

Todos los accesorios como manómetros, termómetros, válvulas, reducciones, bushing, etc. tendrán su certificado de calidad y calibración en caso de ser instrumentos de medición.

4.4 Fuente y análisis de agua

Se asegurará que la fuente de agua disponible a lo largo de la línea cumpla con las necesidades necesarias de calidad y volumen con las proporciones de relleno planificadas y así evitar problemas durante las pruebas.

Condiciones del Agua de Prueba
PH Entre 6 y 8, No corrosiva
Libre de Arena, Limpia, sin sedimentos

Se instalará un filtro previo al ingreso de la línea para minimizar la entrada de sólidos en suspensión y materias extrañas. Se colocará una válvula que permita interrumpir el flujo de agua a fin de limpiarlo y mantenerlo.

La bomba de llenado tendrá a la salida un flujómetro o caudalímetro que registrará el agua ingresada a la tubería.

En caso de necesidad, se aplicarán aditivos químicos al agua. Estos aditivos serán biodegradables, solubles en el agua y serán usados en la proporción de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

El tratamiento del agua incluirá ajustar el pH al requerido y remover sustancias que podrían afectar adversamente la tubería de acero.

Un análisis de agua se realizará con la antelación necesaria para ejecutar la prueba hidrostática.

4.5 Secuencias de ensayo

4.5.1 Identificación de tramos de prueba

Todos los sectores de inicio y fin de tramos serán, previamente a la iniciación de la prueba de la cañería, identificados, señalizados y adaptados a fin de permitir fijar en sus extremos los cabezales de limpieza así como los de lanzamiento y recepción.

4.5.2 Instalaciones y equipos necesarios

a. Limpieza preliminar y verificación de sección del tramo a probar

- Se medirá la sección del tramo a probar, previo al llenado con agua y con posterioridad a la limpieza previa

b. Pruebas de resistencia y hermeticidad

- Bomba de alta presión cuya presión máxima supere al 20% de la presión de prueba

- El rango de los manómetros a emplear en la prueba preferentemente no sera mayor a dos veces la presión de prueba; sin embargo se permite la utilización de manómetros, cuya lectura esta comprendida entre el 35% y el 75% de sus escalas
- Termómetros de lectura directa, escala -10 a +50 C°
- Termómetros de contacto digitales con rango de -10 hasta +60 °C.

Todas estas operaciones de preparación del tramo estarán a cargo del Supervisor General quien será responsable de verificar el funcionamiento de las instalaciones así como las pruebas de soldadura de los cabezales.

4.5.3 Montaje de cabezales para realizar las pruebas preliminares de limpieza y verificación de la sección del tramo.

Se instalará los cabezales de lanzamiento y recepción a inicio y fin del tramo a probar con sus válvulas de llenado y vaciado y cada uno con su manómetro para controlar la presión que debe estar en un rango aproximado de 4kg/cm² en el cabezal de lanzamiento y de 2kg/cm² en el cabezal de recepción, tal como se muestra en el esquema de los cabezales de limpieza (ver Figura 1 y 2),

ESQUEMA DE LOS CABEZALES DE LIMPIEZA

Figura 1: CABEZAL DE LANZAMIENTO

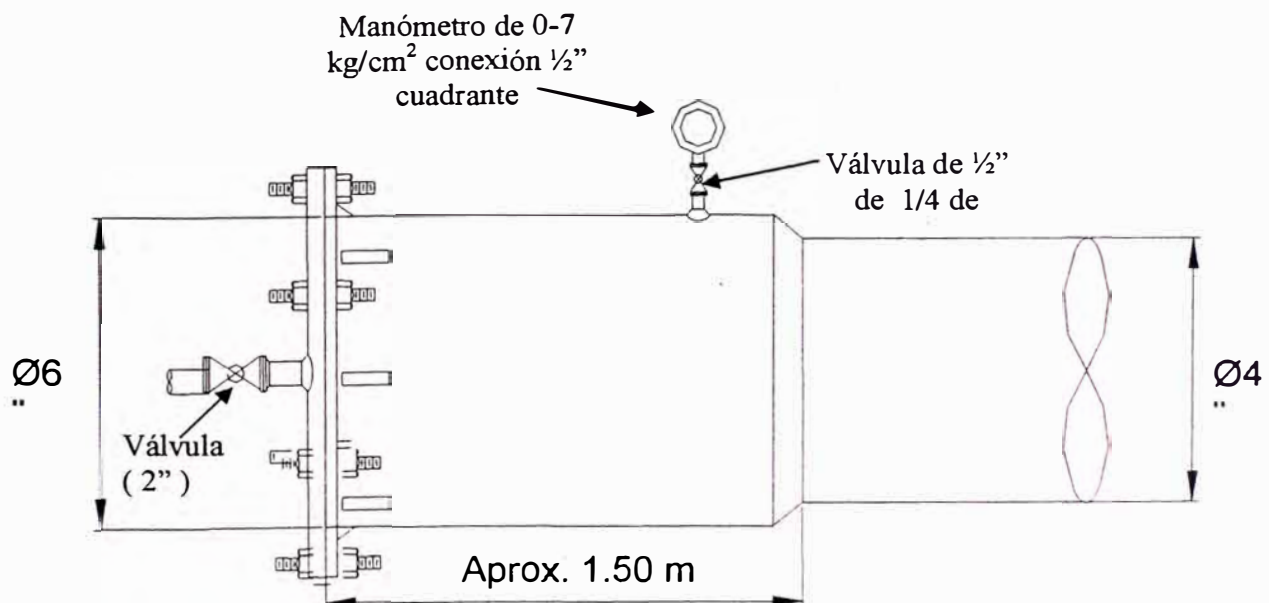
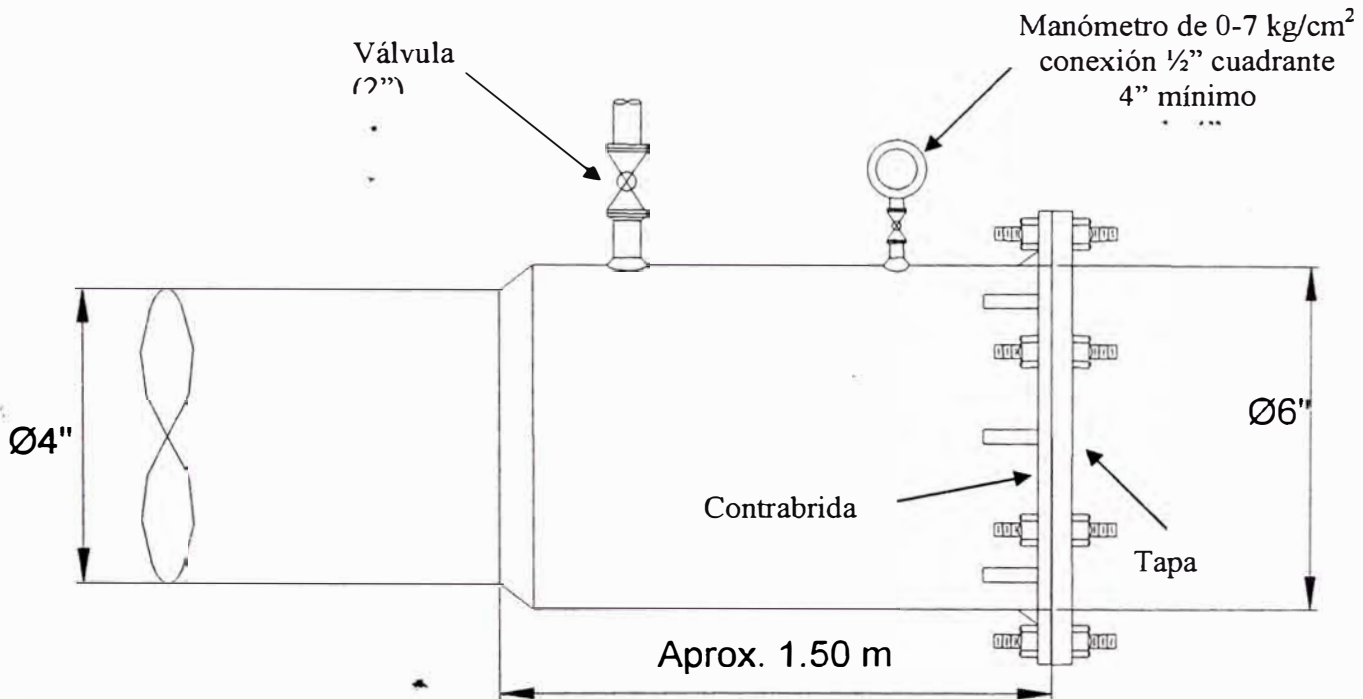


Figura 2: CABEZAL DE RECEPCION



4.5.4 Prueba preliminar neumática

Se verificará el sistema inyectando aire por uno de los cabezales a toda la tubería a probar hasta llegar a una presión de 7 kg/cm² (100 PSI aprox.) durante un periodo de 8 horas con el fin de verificar su hermeticidad y descartar cualquier daño previo al llenado de la línea con agua.

Montaje de los Cabezales de Prueba Hidráulica e Instrumentos

Definido el tramo a probar, se soldará en sus extremos los cabezales para el lanzamiento y recepción de los scrapers de llenado, estos cabezales contarán con instrumentos para medición permanente de la temperatura, presión y punto de condensación, además de válvulas de control tal como se muestra en el esquema de cabezales (ver Fig. 3 y 4).

Figura 3: CABEZAL DE LANZAMIENTO

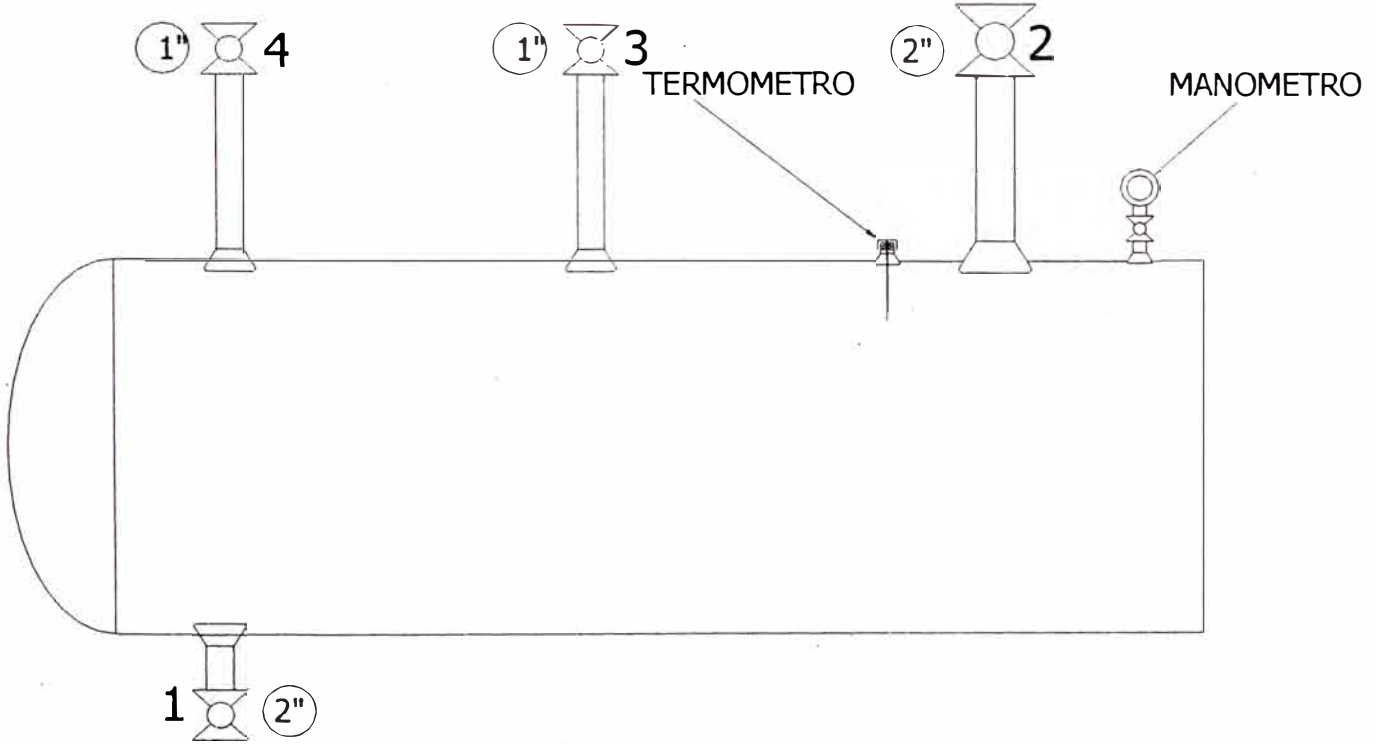
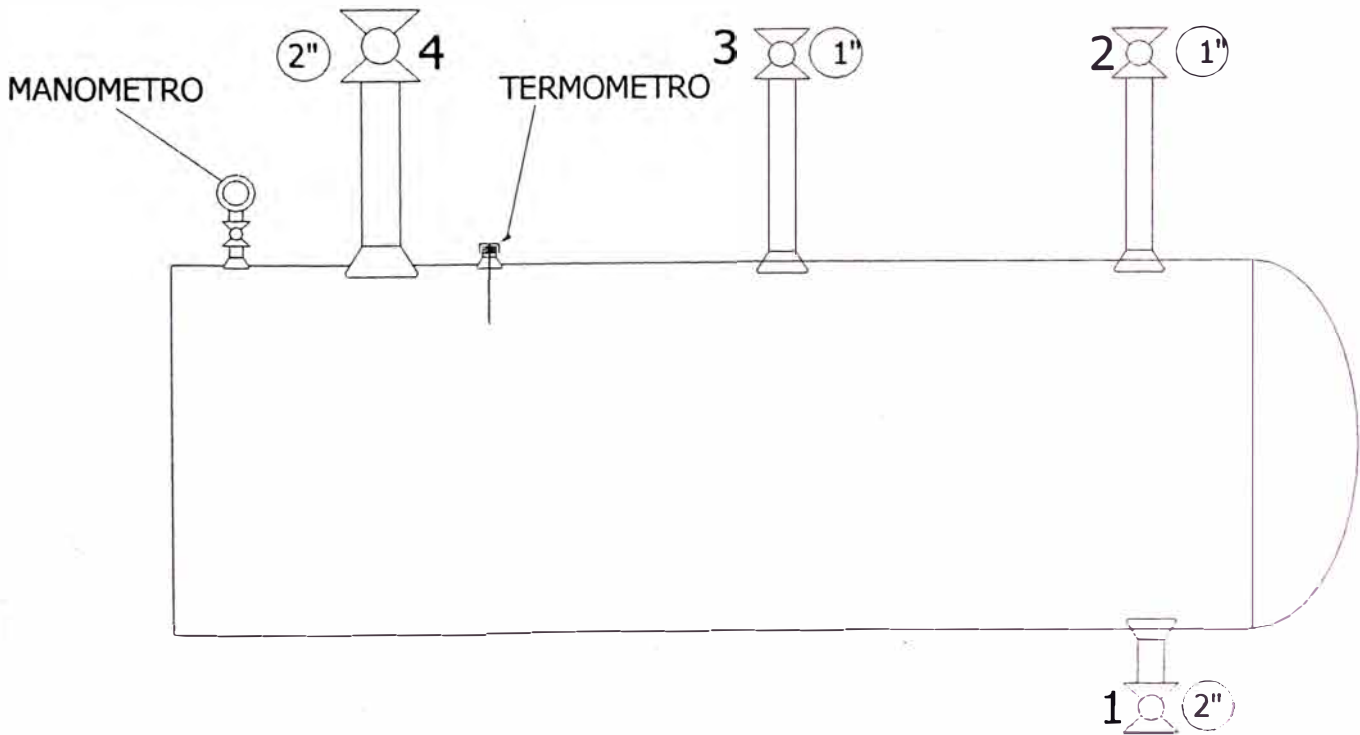


Figura 4: CABEZAL DE RECEPCION



Llenado del tramo de la tubería a probar

Primeramente se inyectará en el tramo a ensayar por la válvula (n° 4) de Ø 2". A esta fase, todas las válvulas del cabezal de recepción permanecerán cerradas y la presión del aire interior será controlado por los manómetros instalados en ellos.

Una vez llena la columna se dejará circular agua hasta que esta salga completamente limpia y sin aire. Todas las operaciones de desagüe se harán por medio de válvulas compuestas por un niple corto y accesorios, ubicados en el cabezal receptor y orientado convenientemente (sentido contrario al operador). Posteriormente se realizará la estabilización y se ensayará el tramo.

Presurización

Una vez concluidas las tareas enunciadas anteriormente y conectados a la cañería los manómetros, se comenzará a elevar la presión de la cañería mediante el empleo de la motobomba de alta presión hasta alcanzar la presión de prueba.

Nivelación de Temperatura y Estabilización

Una vez finalizado el llenado y la presurización del tramo se desconectará los circuitos del llenado y se cerrarán las válvulas de los cabezales con tapones roscados ciegos o bridas ciegas.

El equilibrio térmico en el conducto, será controlado mediante un termómetro de contacto conectado.

Para cada tramo se deberá efectuar el procedimiento de estabilización.

5.5.8 Prueba de resistencia – Registros, Formatos

Alcanzada la presión de prueba se suspenderá el bombeo se dejará estabilizar la presión alcanzada (2 horas) y a partir de esta estabilización, la presión se mantendrá durante 8 (ocho) horas registrándose las variaciones de temperatura y presión a intervalos de quince (15) minutos. Se llevará un control de estas lecturas por medio de la utilización de registros y formatos que serán alcanzados a los responsables antes de iniciar la prueba.

La presión de prueba hidráulica máxima adoptada será 1,5 veces la presión de diseño. Con dicho valor se tendrá una presión máxima en el cabezal de medición de $p = \gamma \times \Delta h$ psi en el punto más solicitado (el de menor cota altimétrica) y un mínimo en el punto correspondiente a la mayor cota altimétrica del tramo según la formula descrita anteriormente.

En caso que la presión aumente significativamente, se deberá drenar agua para regular el valor de la misma dentro los límites máximos aceptables por el tipo de tubería.

El volumen de agua drenado será registrado y tenido en cuenta en la evaluación final de la prueba.

No esta permitido agregar agua al tramo de la cañería en prueba.

Detección y localización de perdidas

Si cualquiera de las presiones registrara disminuciones que superen las admitidas por las variaciones de las temperaturas, se localizará la zona en que se produce la pérdida.

Si verificada una perdida de presión no resulta localizable a simple vista la zona afectada, se eliminará el agua, se secará y se inyectará etil

mercaptan con aire, se presurizará y luego se buscará la fuga con la detección del odorante.

Si la pérdida se verifica en la soldadura circunferencial, se procederá a su reparación o corte en función del resultado del ensayo de ultrasonido.

Una vez terminadas las tareas antes descritas, se reiniciarán todas las actividades de la prueba antes citadas.

ANEXOS

Para el registro de los resultados se generaran las siguientes planillas:

- a) Planilla N° 1: Presentaciones a efectuar previas a la iniciación de la prueba hidráulica.
- b) Modelo de acta de ejecución de prueba de limpieza del tramo
- c) Listado de instrumentos usados certificado de calibración (Anexo A)
- d) Listado de presiones (Anexo B)
- e) Planilla N° 2 Planilla de Cálculo
- f) Tablas de compresibilidad (Anexo C)
- g) Planilla N° 3 volúmenes y presiones teóricos parciales
- h) Planilla N° 4 Informe de prueba hidráulica
- i) Planilla N° 4A Registro horario de presiones y temperatura
- j) Modelo de acta de ejecución de prueba hidráulica del tramo

ANEXOS

PLANILLA N° 1

PRESENTACIONES A EFECTUAR PREVIAS A LA INICIACION DE LA PRUEBA HIDRAULICA Y SECADO DEL AGUA DE LA CAÑERIA

- 1.- Fuente(s) y análisis del agua a utilizar.
- 2.- Descripción de las operaciones a efectuar con secuencia de llenado, prueba, limpieza, secado e inhibición del agua. (ver procedimiento)
- 3.- Programa global - por tramos.
- 4.- Planos de perfiles altimétricos, con determinación de las secciones.
- 5.- Cálculo de las presiones de prueba y volúmenes teóricos.
- 6.- Esquemas de cabezales de prueba.
- 7.- Prueba hidráulica de los cabezales.
- 8.- Listado de instrumentos a utilizar en las pruebas, (fabricante, modelo, alcance, precisión, certificación de control y calibración, etc.).
- 9.- Método a utilizar para el secado del agua.
- 10.- Programa propuesto por tramo según el siguiente detalle:

DETALLE DE OPERACIONES	INICIACION		TERMINACION	
	FECHA	HORA	FECHA	HORA
Limpieza				
Llenado				
Presurización para igualación de temperatura				
Igualación de temperatura				
Presurización para estabilización				
Estabilización				
Presurización hasta valor prueba de resistencia y hermeticidad				
Prueba de resistencia y hermeticidad(8 hs.).				
Vaciado				
Secado del agua. (Barrido).				
Duración Total				

Controló Q.C. CEMPROTECH :

FECHA :

Supervisó QA CEMPROTECH :

FECHA:

Aprobó CÍA MINERA LOS QUENUALES :

FECHA:

MODELO DE ACTA**ACTA DE EJECUCION DE PRUEBA LIMPIEZA DEL TRAMO**

En la localidad de _____ a los ____ días del mes _____ del año 2005, en presencia del señor _____ en representación de Compañía Minera LOS QUENUALES, el Señor _____ en representación de CEMPROTECH S.A.C, y los señores _____ en representación de QA/QC de CEMPROTECH S.A.C. (CONSTRUCTOR), se levanta la presente ACTA DE EJECUCION DE PRUEBA DE LIMPIEZA correspondiente a la obra Reemplazo del Mineroducto ”.

Esta prueba se realizó en un todo de acuerdo a la Especificación Técnica, parte pruebas, limpieza y cuyo detalle es el siguiente:

TUBERIA UTILIZADA

Norma: API 5L Gr X 65 Costura:

Diámetro nom.:

Espesor (mm):

LONGITUD TOTAL.:

De Prog. _____ Km y Prog. _____ km

RESULTADO :

En prueba de conformidad, firman la presente los arriba mencionados, en tres ejemplares de un mismo tenor y a un sólo efecto.

Forman parte integrante de la presente acta las planillas Nros. 1; y los registros de presión.

POR EL CONSTRUCTOR CEMPROTECH S.A.C.:

POR QA/QC de CEMPROTECH S.A.C.

POR CIA. MINERA LOS QUENUALES:

ANEXO A

CERTIFICADOS DE CALIBRACION

Fecha de Prueba:		Tramo N°:			Entre progresiva y progresiva	
Instrumento	Marca	Modelo	Rango	Sensibilidad	Observaciones	
Registrador de Presión						
Registrador de Temperatura						
Manómetro de presión						
Termómetro Ambiental						
Termómetro Digital						
<u>Observaciones</u>						
<hr/>						
<hr/>						
<hr/>						
<hr/>						
<hr/>						
<hr/>						
<hr/>						
<hr/>						
<hr/>						
Operador:				Q.A. CEMPROTECH S.A.C.		
Nombre:						
Fecha						

PLANILLA N° 2

PLANILLA DE CALCULO

DESDE Pki _____ Km HASTA Pkf: _____ Km

VOLUMENES TEORICOS

LONGITUD TOTAL _____ km

LONGITUD TOTAL DE TUBERIA _____ km

VOLUMEN DE TUBERIA _____ m³

VOLUMEN CABEZALES DE PRUEBA _____ m³

VOLUMEN TOTAL DEL TRAMO _____ m³

VOLUMEN TEORICO TUBERIA _____ m³

VOLUMEN TEORICO TOTAL (Va)

DOBLE Va

COTA ALTIMETRICA

CABEZAL N° Lanzam.. Pki _____ Km Alt _____ m

CABEZAL N° Recep. Pkf _____ Km Alt _____ m

PUNTO MAS ALTO Pk _____ Km Alt _____ m

PUNTO MAS BAJO Pk _____ Km Alt _____ m

PRESIONES DE PRUEBA EN CABEZALES	PRUEBA DE RESISTENCIA	PRUEBA DE HERMETICIDAD
CABEZAL N° Lanzam Pki: _____ Km	_____ Kg/cm ²	No Aplicable
CABEZAL N° Recep. Pkf: _____ Km	_____ Kg/cm ²	No Aplicable

Cálculos

Cantidad de agua teórica para el llenado

Teóricamente, la cantidad de agua requerida para el llenado es calculada en relación a la geometría de la sección:

$$A = \pi \times r^2 ; \quad V = A \times \text{Longitud}$$

Las características y valores por cada tramo serán descritas en una planilla de cálculo.

Cantidad teórica de agua para la sobrepresión

La cantidad de agua requerida a inyectar presión en la sección, deberá ser calculada por la siguiente ecuación:

$$\Delta V = V [(D / Et) (1 - r^2) + C] \Delta P$$

Donde:

- V = Volumen de relleno, expresado en m³/km
- ΔV = Incremento de volumen, en m³/km
- ΔP = Incremento de Presión, en PSI
- D = Diámetro exterior en pulgadas
- E = Modulo de elasticidad 30*10⁶ PSI del acero
- t = Espesor de la tubería, en pulgadas
- r = Modulo de Poisson 0.3
- C = Factor de Compresibilidad 1/psi
- T = Temperatura, en °C

Ejemplo:

$$\begin{aligned} V &= 88.95 \text{ (m}^3\text{/km)} & \Delta P &= 15 \text{ PSI} \\ D &= 14'' & E &= 30 \times 10^6 \\ t &= 0.375'' & r &= 0.3 \\ C &= 2.9566 \text{ (para una presión de 3191 PSI)} \\ T &= 24 \text{ }^\circ\text{C} \\ \Delta V &= 88.95 * [(14 / (30 \times 10^6 * 0.375)) (1 - 0.3^2) + 2.9566] * 15 \\ \Delta V &= 3944.85 \text{ m}^3\text{/km} \end{aligned}$$

Variación de la presión debido a los cambios de temperatura

La variación de la presión debido a los cambios de temperatura deberá ser calculada por medio de la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \Delta V &= V [(D / Et) (1 - r^2) + C] \Delta P = V (\beta - 2\alpha) \\ \Delta P &= (\beta - 2\alpha) / [(D / Et) (1 - r^2) + C] \end{aligned}$$

Donde:

- $\beta \times 10^6$ = coeficiente de expansión del agua / °C
- $\beta \times 10^6 = -64.268 - 17.0105T - 0.20369T^2 + 0.0016048T^3$
- ΔP = Incremento de presión (psi) debido a 1 °C de incremento.
- α = Coeficiente de expansión lineal del acero a 15 °C = 1.116 x 10⁻⁽⁵⁾ °C
- C = Factor de compresibilidad del agua expresado en (1/PSI).
- T = Temperatura en °C.

PLANILLA N° 3

VOLÚMENES Y PRESIONES TEÓRICOS PARCIALES

Pk (km)	Factor Volumétrico (m ³ /km)	Volumen Teórico (m ³)	Temperatura	Variación de volumen ΔV	Presión a inicio de tramo	Presión a final de tramo	Variación de presión ΔP (PSI)
0	185.31	0					
0.5	185.31	92.65					
1.0	185.31	185.31					
1.5	185.31	277.96					
2.0	185.31	370.62					
2.5	185.31	463.27					
3.0	185.31	555.93					
3.5	185.31	648.58					
4.0	185.31	741.24					
4.5	185.31	833.89					
5.0	185.31	926.55					
5.5	185.31	1019.20					
6.0	185.31	1111.86					
6.5	185.31	1204.51					
7.0	185.31	1297.17					
7.5	185.31	1389.82					
8.0	185.31	1482.48					
8.5	185.31	1575.13					
9.0	185.31	1667.79					
9.5	185.31	1760.44					
10.0	185.31	1853.10					

CEMPRO TECH	PROCEDIMIENTO DE CALIDAD	Control de Calidad
	PRUEBA HIDRAULICA EN TUBERIAS	3680 - PAC - PHT - 001
		Página 17 de 19

PLANILLA N° 4

INFORME DE PRUEBA HIDRAULICA

CEMPROTECH S.A.C.	PROVEEDOR / CONSTRUCTOR: CEMPROTECH S.A.C.
Informe QA/QC N°	OBRA: REEMPLAZO DEL MINERODUCTO ISACYCRUZ - LAGSAURA

DATOS DE LA CAÑERIA	Dn (mm)			Norma de la cañería: API 5L X 65
	t (mm)			Plano altimétrico N°:
	L (m)			De Prog Kpi _____ y Prog Pkf _____

LLENADO	AGUA: INFORME DE ANALISIS N°				ADITIVOS	SI	NO
	COMIENZO	FECHA	HORA	FINAL	FECHA	HORA	
	TEMPERATURA DEL SUELO _____ °C (en estado lleno)						
	TEMPERATURA DEL AGUA. _____ °C (en fuente)						
MEDICION DEL VOLUMEN FINAL _____ m ³							

ESTABILIZACION	COMIENZO	FECHA	HORA	FINAL	FECHA	HORA	
	Presión inicial _____ Kg/cm ²	LLENADO Q (m ³) (por cálculo)		Presión final			
	VACIADO :				Kg/cm ²		
	TEMP. FINAL °C	TERM. 1			TERM. 2		

PRUEBA DE RESISTENCIA y HERMETICIDAD	COMIENZO	FECHA	HORA	FINAL	FECHA	HORA	
	PRESION máx.	CONTADORES DE AGUA COMIENZO: _____ FINAL: _____				Temp 3 °C Va.....	
	2 Va...l	Agua añadida en l					Total
	Presión.....						

PLANILLA N° 4A

CEMPROTECH S.A.C.	PROVEEDOR / CONSTRUCTOR: CEMPROTECH S.A.C.
Informe QA/QC N°	OBRA: REEMPLAZO DEL MINERODUCTO

REGISTRO HORARIO DE PRESIONES Y TEMPERATURA

FECHA DE ENSAYO:

ENTRE PROGRESIVA Pki : _____ Y PROGRESIVA Pkf : _____

LECTURA		PRESION		TEMP. °C	OBSERV. (M.Amb) °C	LECTURA		PRESION		TEMP. SUELO °C	OBSERV. (M.Amb) °C
N°	HORA	REGISTRADOR	MANOM.	REGISTRADOR	TERMOM.	N°	HORA	REGISTRADOR	MANOM.	REGISTRADOR	TERMOM.

INSTRUMENTAL UTILIZADO

INSTRUMENTO		MARCA Y MODELO	RANGO DE LECTURA		SENSIBILIDAD		OBSERVACIONES	
BALANZA DE P.M. O FLUKE			0-120		Kg/cm²	+/- 1 Kg/cm²	0,2%	Certif.: Certif.:
REGIS-TRADOR	PRESION		0-120		Kg/cm²	+/- 50 Kg/cm²	1 Div	Certif.: Certif.:
	TEMP.		0-40		°C	+/-	1 Div5. 0°C	Certif.: Certif.:
MANOM. INDICADOR (Bal.Pesos Muerto o Fluke)			0-120		Kg/cm²	+/- 0,5	0,2%	Certif.: Compl.B. de P.Mtos.
TERMOMETRO			-10	A 50	°C	+/- 0,5	0,2%	

NOTA:

OPERADOR:

Firma:

Fecha

CONTROLO QC
CEMPROTECH S.A.C.:

CONTROLO QA
CEMPROTECH S.A.C.:

SUPERVISO CIA MINERA
LOS QUENUALES:

FIRMA

FECHA

CEMPRO TECH	PROCEDIMIENTO DE CALIDAD	Control de Calidad
	PRUEBA HIDRAULICA EN TUBERIAS	3680 - PAC - PHT - 001
		Página 19 de 19

MODELO DE ACTA

ACTA DE EJECUCION DE PRUEBA HIDRAULICA DEL TRAMO

En la localidad de _____ a los ____ días del mes _____ del año 2005, en presencia del señor _____ en representación de Compañía Minera Los Quenuales, el Señor _____ en representación de CEMPROTECH S.A.C, y los señores _____ en representación de QA/QC de CEMPROTECH S.A.C. (CONSTRUCTOR), se levanta la presente ACTA DE EJECUCION DE PRUEBA HIDRAULICA correspondiente a la obra del "Reemplazo del Mineroducto".

Esta prueba se realizó en un todo de acuerdo a la Especificación parte pruebas, limpieza y secado después de la construcción cuyo detalle de tubería es el siguiente:

TUBERIA UTILIZADA

Norma: API 5L Gr X 65 Costura:

Diámetro nom.:

Espesor (mm):

LONGITUD TOTAL.:

De Prog. _____ Km y Prog. _____ km

RESULTADO :

En prueba de conformidad, firman la presente los arriba mencionados, en tres ejemplares de un mismo tenor y a un sólo efecto.

Forman parte integrante de la presente acta las planillas Nros. 1; y los registros de presión.

POR EL CONSTRUCTOR CEMPROTECH S.A.C.:

POR QA/QC de CEMPROTECH S.A.C.:

POR CIA. Minera Los Quenuales: