

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA QUIMICA



“SISTEMAS PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
EN LOS PROCESOS OPERATIVOS DE SOLDADURA E
INSTALACIONES DE TUBERÍAS DE POLIETILENO DE
ALTA DENSIDAD.”

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
QUIMICO

AUTORA: BACHILLER: OFELIA NAZARIO BAO

CALLAO - PERU

2009

PRÓLOGO DEL JURADO

La presente tesis fue sustentada por la Bachiller OFELIA ASUNCION NAZARIO BAO, ante el JURADO DE SUSTENTACION DE TESIS conformada por los siguientes Docentes Ordinarios:

Ing. BELLODAS ARBOLEDA ESTANISLAO	: Presidente
Ing. CARASCO VENEGAS LUIS AMERICO	: Secretario
Ing. PANANA GIRIO ALBERTO EMILIO	: Vocal
Ing. RODRIGUEZ TARANCO OSCAR JUAN	: Asesor

tal como está asentado en el Libro de Actas de Sustentación de Tesis N° 02, Folio N° 34, Acta N° 217, de fecha DIECISEIS DE JULIO DE 2009, para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico, de acuerdo a lo normado por el Reglamento de Grados y Títulos aprobado por Resolución N° 047-92-CU de fecha 18 de junio de 1992 y el Manual de Procedimientos Académicos aprobado por Resolución N° 1324-2008-R de fecha 19 de diciembre de 2008.

AGRADECIMIENTOS

A todas aquellas personas e instituciones que en cada una de las etapas de la investigación hicieron posible su desarrollo y en especial a mi asesor Dr. Ing. OSCAR RODRÍGUEZ TARANCO, por su orientación y motivación permanente para alcanzar objetivos.

DEDICATORIA

A quienes me demuestran que la vida es un aprendizaje continuo y un camino de superación permanente: ELA, MILAGROS Y EDGARDO

INDICE

PROLOGO	5
RESUMEN	6
I. INTRODUCCION	7
1.1 Presentación del Problema	7
1.2 Objetivos de la Investigación de la Tesis	8
1.2.1 Objetivo General	8
1.2.2 Objetivos Específicos	8
1.3 Enunciado del Problema	8
1.4 Justificación de la Investigación.	8
1.5 Antecedentes vinculados a la Tesis	9
1.6 Hipótesis de partida	10
II. MARCO TEÓRICO	11
2.1 Antecedentes de la Investigación	11
2.2 Generalidades	12
2.3 Uso de tuberías HDPE	13
2.4 Tuberías HDPE	14
2.4.1 Características Generales	15
2.4.2 Materiales utilizados en la fabricación de Tuberías HDPE	
• Polietileno de Alta densidad (HDPE)	19
• Propiedades	20
2.4.3 Proceso de fabricación de la tubería HDPE	23
2.4.4 Especificaciones técnicas de la tubería de HDPE	25
2.5 Proceso de soldadura de tuberías HDPE	28
2.5.1 Método de soldadura por Termofusión	28
2.5.2 Método de soldadura por Electrofusión	33
2.5.3 Equipos y materiales para el Proceso de soldadura	36

2.6	Proceso de Instalación de las Tuberías HDPE	41
2.6.1.	Instalación Subterránea	42
2.6.2	Instalación Superficial	44
2.6.3	Instalación bajo el agua	49
2.7	Sistema de Gestión de Calidad	52
2.7.1	Gestión de la Calidad	53
2.7.2	Políticas de Calidad de la Empresa	55
2.7.3	Principios de la Gestión de la Calidad	55
2.7.4	Requisitos del Cliente	57
2.7.5	Políticas y Objetivos de la Calidad	57
2.7.6	Normas y estándares nacionales e internacionales	58
2.7.7	Definición de Proceso	59
2.7.8	Circulo de Deming	60
2.8	Aseguramiento de la Calidad	62
2.8.1	Mapa del Proceso Empresarial	63
2.8.2	Organización para la Calidad	64
2.8.3	Características del Sistema de Aseguramiento de la Calidad	
	• Control de Calidad de los Insumos	65
	• Control de Recepción	66
	• Control de Procesos	67
	▪ En el Proceso de Soldadura	69
	▪ En el Proceso de Instalación de Tuberías HDPE	71
III.	METODOLOGÍA	86
IV.	RESULTADOS	91
V.	CONCLUSIONES	185
VI.	RECOMENDACIONES	186
VII.	REFERENCIALES	187
	APENDICES:	189
	A: Relación de empresas encuestadas para la investigación	
	B: Formato para la presentación de los reclamos del cliente.	
	C: Formato para informar la acción correctiva	

- D** Formato de encuesta de satisfacción del cliente
- E:** Formato para ser aplicado en la selección de proveedores
- F:** Formatos propuestos para la evaluación de proveedores.
- G:** Formato para la verificación general del producto
- H:** Formato para la verificación Técnica del producto
- I:** Formato para el plan de calibración de los equipos.
- J:** Formato para el informe de la soldadura
- K:** Formato para el registro de calidad de soldadura

ANEXOS

201

- A:** Tabla de Resistencia Química de HDPE
- B:** Descripción de los equipos de soldadura utilizados para Termofusión
- C:** Normas de referencia relacionadas con tuberías y fittings de HDPE
- D:** Especificaciones de las tuberías de HDPE 80 y 100
- E:** Certificados de calidad emitidos por el proveedor.

PROLOGO

El presente trabajo surge como consecuencia de mi experiencia personal en la operación de los servicios de soldadura e instalación de tuberías de Polietileno de Alta Densidad HDPE que brindan las pequeñas empresas al sector productivo del país. El desarrollo de esa actividad me permitió observar las dificultades que enfrenta cotidianamente las pequeñas empresas para garantizar la calidad de sus servicios y superar sus deficiencias operativas como: el incumplimiento de plazos para la entrega de obra, la continua presencia de defectos en los procesos de soldadura e instalación de tuberías, la mala calidad de los insumos, los continuos reprocesos, etc., que significaban la pérdida de confianza de la empresa y pérdida de clientes, mayores costos de no calidad y menores ingresos que hacían peligrar la sobrevivencia de la Empresa. Tal situación, motivó esta investigación que tiene por finalidad desarrollar un sistema de aseguramiento de la calidad de los procesos operativos de soldadura e instalación de tuberías de Polietileno de Alta Densidad adecuada a las capacidades técnicas y económicas de las pequeñas empresas.

El sistema propuesto brinda a las pequeñas empresas, la posibilidad de contar con procedimientos operativos que incorporan las mejores prácticas operativas y la adecuación de las normas y estándares internacionales a sus capacidades tecnológicas para garantizar la calidad de sus servicios y mejorar sus niveles de competitividad.

RESUMEN

El propósito de la presente investigación es desarrollar un sistema de aseguramiento de la calidad que les permita a las pequeñas empresas que brindan servicios de soldadura e instalación de tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE), garantizar la calidad de sus servicios a los sectores productivos del país.

Para alcanzar este propósito se ha realizado la selección de una muestra de 16 pequeñas empresas, a las cuales se les ha aplicado herramientas de exploración y relevamiento de información como cuestionarios, entrevistas a profundidad “in situ” y 2 focus group, identificando los procesos operativos que desarrollan, la situación actual de sus sistemas de calidad y el inventario de normas internacionales y nacionales que facilitan la calidad de los proceso operativos.

El análisis, procesamiento y sistematización de los datos, muestran que el 100% de las empresas muestra brindan servicios de soldadura e instalación de tuberías HDPE y sus principales procesos son: los procesos de soldadura, en dos modalidades: soldadura por Termofusión y soldadura por Electrofusión y el proceso de Instalación de Tuberías de HDPE en sus modalidades de Instalación superficial, instalación subterránea e Instalación bajo el agua.

Asimismo de la evaluación de sus sistemas de calidad, se ha identificado que son dos los factores, de un total de ocho factores de la calidad, que no están siendo adecuadamente implementados por casi el 70% de las empresas muestra. Ellos son: el factor enfoque basado en procesos y el factor sistemas de gestión.

Como consecuencia del estudio y finalmente se propone un sistema de aseguramiento de la calidad adecuada a las necesidades y realidad de las pequeñas empresas que brindan este tipo de servicios.

I. INTRODUCCION

1.1 Presentación del problema

El crecimiento de nuestro país, ha generado en los servicios de soldadura e instalaciones de tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE), una gran demanda que va cada vez en aumento.

Esta demanda ha dado lugar a la creación de medianas y pequeñas empresas que brindan servicios de soldadura e instalación de tuberías HDPE, tanto para el sector industrial como urbano.

Son las pequeñas empresas dedicadas a este tipo de servicios, las que operan sin adecuados sistemas de aseguramiento de la calidad, generando reclamos, retrasos y pérdidas económicas, como consecuencia de atención de los reclamos, reproceso, reparaciones y reinstalaciones.

Actualmente, existen normas y estándares internacionales de calidad que permiten el aseguramiento de la calidad para este tipo de servicios. Pero, la inadecuada adaptación y/o adecuación a los procesos que se desarrollan en estas pequeñas empresas, sus servicios no ofrecen garantías de calidad.

En tal sentido, es necesario establecer un sistema para el aseguramiento de la calidad, a favor de los servicios de soldadura e instalaciones de tuberías de polietileno de alta densidad; para las pequeñas empresas de nuestro país que ofrecen este tipo de servicios.

1.2 Objetivos de la investigación para la tesis

Objetivo General

Establecer un sistema para el aseguramiento de la calidad, en los procesos operativos que se desarrollan en las pequeñas empresas de nuestro país, dedicadas a brindar servicios de soldadura e instalaciones de tuberías HDPE; para los sectores productivos.

Objetivos específicos

- a. Identificar los procesos operativos, que emplean las pequeñas empresas de nuestro país, dedicadas a los servicios de soldadura e instalaciones de tuberías de polietileno de alta densidad, para los sectores productivos.
- b. Adecuar las normas y estándares de calidad apropiados, a los procesos operativos, que emplean las pequeñas empresas de nuestro país, dedicadas a los servicios de soldadura e instalaciones de tuberías de polietileno de alta densidad, para los sectores productivos como el sector Pesquero, Industrial, Minería, etc.

1.3 Enunciado del problema

¿Cómo deben ser un sistema para el aseguramiento de la calidad, en los procesos operativos que se desarrollan en las pequeñas empresas de nuestro país, dedicadas a los servicios de soldadura e instalaciones de tuberías HDPE; para los sectores productivos?

1.4 Justificación de la investigación

Las razones por la que se justifica el desarrollo de la tesis propuesta, son las siguientes:

- a. La tesis concluida, permitirá contar con un valioso documento de orientación, que facilite la tarea de adoptar sistemas de calidad, en las pequeñas empresas de nuestro país, dedicadas a los servicios de soldadura e instalaciones de tuberías de polietileno de alta densidad. De modo que se tenga plena garantía de servicio.

- b. La aplicación de la tesis concluida, permitirá disminuir costos por fallas en los servicios de soldadura e instalaciones de tuberías.
- c. La tesis, resultará una valiosa contribución al mejoramiento continuo de la calidad y la competitividad en los servicios de soldadura e instalaciones de tuberías.
- d. El modelo de la tesis desarrollado, servirá para iniciar otros estudios similares en los distintos campos de aplicación industrial, donde se demandan adecuar sistemas de calidad en los procesos operativos de producción.

1.5 Antecedentes vinculados a la tesis

1. VARGAS TELLO, Rafael. “Aplicación del Método de Solución de Problemas para el planeamiento de un Sistema Básico de Calidad en una Empresa de Fabricación de Envases Plásticos”.. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad De Ingeniería, Carrera de Ingeniería Industrial. 2001
2. CRUZ SALAZAR, Carlos Oswaldo. “Implementación de un sistema de calidad ISO 9002 en una empresa química” Informe Profesional (Ing. Industrial)- Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ingeniería Industrial. EAP de Ingeniería Industrial.2000
3. CARRASCO, Shirley, “Diseño e Implementación de un Sistema de Calidad Total en el Área de Producción de la Industria Textil Limatex S.A” Facultad de Ingeniería Escuela Profesional de Ingeniería Industrial Universidad Ricardo Palma. 2007
4. CORTEZ SANTOS, Sarita “Diseño de un sistema de gestión de calidad basado en la Norma ISO 9001:2000 para la industria nacional de envases plásticos” Callao, Tesis para optar el título de Ingeniero Químico UNAC 2006.
5. CUSIHUAMAN CAMPOS, Cesar Luís “Producción y control de Calidad en la Industria de envolturas flexibles” Callao, Tesis para optar el título de Ingeniero Químico UNAC 1998

6. FLORES GUZMAN, Willman Alfredo “Implantación de un sistema de gestión de calidad para un departamento de control de calidad basado en la norma ISO 9001:2000 para la empresa Plastiform” Lima, Informe de suficiencia para optar el título de Ingeniero Químico UNI 2006.

1.6 Hipótesis de Partida

Los sistemas de aseguramiento de la calidad, para los procesos operativos que se desarrollan en las pequeñas empresas de nuestro país, dedicadas a los servicios de soldadura e instalaciones de tuberías HDPE; deben considerar las normas y estándares internacionales, adecuados a las capacidades y limitaciones de operación, que se dan en esta realidad.

II. MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Todas las empresas, grandes y pequeñas, ya tienen una forma establecida o un sistema de hacer negocios. En una empresa pequeña, lo más probable es que el sistema sea muy efectivo, pero informal y probablemente no documentado. Las normas del sistema de calidad identifican estos rasgos que pueden ayudar a que la empresa satisfaga consistentemente los requisitos de sus clientes. No tratan de imponer algo totalmente nuevo.

Algunos clientes, tanto en el sector privado como en el público, buscan la confianza que puede dar el que un pequeño negocio tenga un sistema de calidad. Si bien satisfacer estas expectativas es una razón para tener un sistema de calidad, puede haber otras, como:

- Mejorar el desempeño, coordinación y productividad
- Enfocarse en los objetivos de su negocio y las expectativas de sus clientes
- Lograr y mantener la calidad de su producto para satisfacer las necesidades implícitas y explícitas de sus clientes
- Confianza en que la calidad que se busca, se está logrando y manteniendo
- Evidencia a los clientes y clientes potenciales. de las capacidades de la organización
- Apertura de nuevas oportunidades en el mercado, o mantener la participación en él
- Certificación / registro
- Oportunidad de competir en igualdad de condiciones con organizaciones más grandes (por ejemplo, habilidad para ofrecer cotizaciones o participar en licitaciones públicas)

Aunque el sistema de calidad puede ayudar a llenar estas expectativas, es sólo un medio y no puede tomar el lugar de los objetivos fijados para la empresa.

Los sistemas de calidad no son solo para grandes compañías debido a que tratan de cómo se maneja una empresa, se pueden aplicar a todos los tamaños de empresas y a todos los aspectos de la administración, como mercadeo, ventas y finanzas, así como el negocio básico.

En el caso de los servicios de soldadura e instalación de tuberías de HDPE, los gestores y propietarios de las obras de confinamiento desean minimizar los riesgos técnicos y económicos del proyecto; para ello, requieren manejar sus riesgos sabiendo evaluar y cuantificar los posibles problemas que pudiesen ocurrir durante y después de los procesos de soldadura e instalación de las tuberías.

Para reducir al mínimo los riesgos, exigen de los proveedores de servicios el diseño adecuado o el fiel cumplimiento de las especificaciones del servicio, procesos de soldaduras e instalación validados, conocimiento de los materiales, procedimientos de trabajo estandarizados, programas de monitoreo de calidad; así como sistemas de documentación que garanticen los resultados en términos de rendimientos, de costos y de gestión de riesgo.

Por otro lado, las tuberías de HDPE son materiales que necesitan una atención particular durante la unión e instalación en la obra. Ambas etapas son críticas para el rendimiento global del sistema que se trate y sin la aplicación de un programa de aseguramiento de la calidad en la obra y especialmente adaptado a este tipo de material, se corre el riesgo de no alcanzar los objetivos y rendimientos esperados.

2.2. Generalidades

Fluidos con diversas viscosidades, composición química, sólidos suspendidos, temperatura, pH, presiones, etc. circulan por miles de kilómetros de ductos, los cuales llevan estos fluidos de las áreas de producción a los centros industriales o centros de tratamiento de residuos y ciudades en todo el mundo y son un elemento clave para el desarrollo y crecimiento de muchos países.

El transporte de fluidos por ductos es un proceso con múltiples problemáticas y áreas de oportunidad para los desarrolladores de tecnología en todo el mundo, Sin duda, el material más utilizado para fabricar ductos en el mundo es el acero, este material se puede manufacturar con diversas características y propiedades, dependiendo del uso que se le dará. Algunos materiales alternativos para el transporte de fluidos son diversos tipos de plásticos y fibra de vidrio; sin embargo, el acero de una u otra forma tiene ventajas sobre estos materiales. “El otro lado de la moneda” de este material es su susceptibilidad a la corrosión y al desgaste por agentes químicos, físicos y biológicos.

La importancia creciente (en longitud y diámetro) de las líneas y redes de tuberías (acueductos, oleoductos, gasoductos y tuberías de transporte de otros fluidos) se ve favorecida por la aplicación de muy diversas tecnologías innovadoras: materiales de última generación como los plásticos modernos y los aceros de alta resistencia, que permiten atender las exigencias de: distancias de transporte y presiones de funcionamiento cada vez mayores, mejor resistencia frente al golpe de ariete y la corrosión, técnicas avanzadas de inspección interna (ensayos no destructivos), procedimientos de construcción muy mecanizados y rápidos, nuevas técnicas de rehabilitación y renovación de tuberías, sistemas de automatización y telecomunicaciones que permiten la organización de centros desde los que se ejercen el telecontrol, la telemedida y el telemando, etc.

La puesta al día en tales tecnologías implica la necesidad de atender tanto al proyecto y construcción de las tuberías, como a su gestión innovadora, es decir, a la planificación, explotación, mantenimiento, conservación, renovación y rehabilitación de dichas infraestructuras, con especial énfasis en la automatización y control avanzado, así como en la optimización económica, tarifaria, energética y medioambiental de su utilización.

2.3 Uso de tuberías HDPE

El uso de las tuberías de HDPE, muestra una agresiva presencia en el mercado de tuberías llegando a amenazar el liderazgo que aun conservan las tuberías de acero. Entre las principales aplicaciones de tuberías de HDPE tenemos:

- Transporte de agua potable
- Transporte de Aguas Residuales Corrosivas Industriales
- Tuberías para Transporte de Gas
- Tubería para Aire Comprimido
- Transporte Hidráulico de Relaves en Minería
- Protección de cables Eléctricos y Telefónicos
- Enfriamiento de Tendidos Eléctricos Subterráneos
- Conducción de líquidos o gases a baja temperatura
- Aplicación en plantas mineras para la descarga de relaves.
- Transporte de Líquidos Corrosivos en Plantas Químicas
- Riego en agricultura
- Encamisado de tuberías existentes (relining)
- Conducto de aguas servidas al fondo del mar
- Conducciones subacuáticas enterradas

2.4.Tuberías de HDPE

Las tuberías de HDPE constituyen el principal insumo de los servicios que se brindan, siendo las propiedades físicas y químicas así como las características del material las que van a determinar la calidad final del proyecto. En tal sentido, en los párrafos siguientes se trata ampliamente sobre las tuberías de HDPE.

La industria de materiales plásticos se ha desarrollado por alrededor de 100 años, sin embargo el polietileno (PE) fue descubierto a fines de los años 30. Los primeros PE eran de baja densidad y se utilizaron principalmente como conductores de cables. El desarrollo de nuevos materiales y técnicas permitió obtener el HDPE, que debido a su alta densidad le proporciona una mayor rigidez y resistencia a la tensión. Los polietilenos de alta densidad fueron desarrollados en los años 50 y se les denomina PE 100 obteniéndose un ahorro en el espesor de pared de las tuberías en aproximadamente 35% comparado con una tubería de HDPE tradicional.

Las Tuberías de Polietileno de Alta Densidad (HDPE), nos ofrecen la oportunidad de utilizar ventajosamente las características de este material y

ocuparlas para resolver antiguos problemas y diseñar los mismos o nuevos sistemas, garantizando una larga vida de utilidad, para aplicaciones donde los materiales tradicionales son inadecuados o demasiado costosos.

2.4.1 Características generales

Entre las principales características, se destacan las siguientes:

- **Servicio a largo plazo:** *la vida útil estimada tradicionalmente para las tuberías de HDPE es superior a 50 años para el transporte de agua a temperatura ambiente (20°C).* Para cada aplicación en particular, las condiciones de operaciones internas y externas pueden alterar la vida útil o cambiar la base de diseño recomendada para alcanzar la misma vida útil.
- **Bajo peso:** las tuberías de HDPE pesan considerablemente menos que la mayoría de las tuberías de materiales tradicionales. Su gravedad específica es 0,950, flotan en agua. Son 70-90% más livianas que el concreto, fierro o acero, haciendo más fácil su manejo e instalación, *obteniendo importantes ahorros en mano de obra y requerimiento de equipos y adhesivos.* Ninguna otra tubería ofrece la combinación de bajo peso del plástico ni sus excelentes propiedades mecánicas.
- **Coefficiente de fricción:** estas tuberías, gracias a que sus paredes son lisas y a las características de impermeabilidad del PE, es posible *obtener una mayor capacidad de flujo y mínimas pérdidas por fricción.* Para los cálculos de flujo bajo presión, se utiliza por lo común un factor C de 150 para la fórmula de Hazen & Williams.¹

$$p = \frac{4,52 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times d^{4,87}}$$

¹ La fórmula de Hazen-Williams, se utiliza particularmente para determinar la velocidad del agua en tuberías, que trabajan a presión.

p = es la resistencia friccionar en lb/pulg²/pie

Q = es el caudal en gal/min.

d = es el diámetro interior de la tubería en pulg.

C = es el coeficiente de pérdidas por fricción

- **Resistencia y flexibilidad:** permiten a la tubería *absorber sobrepresiones, vibraciones y tensiones causadas por movimientos del terreno. Pueden deformarse sin daño permanente y sin perjudicar el servicio a largo plazo.*
- **Resistencia a la corrosión:** *Las tuberías plásticas son inmunes a los tipos de corrosión, ya sea química o electroquímica, que normalmente afectan a los sistemas de tuberías enterradas. Como el plástico no es un material conductor, no se producen efectos electroquímicos o galvánicos en las tuberías. Tampoco sufren daños por el ataque de suelos normales ni corrosivos, y no las perjudica el ácido sulfúrico en las concentraciones presentes en los alcantarillados sanitarios. En consecuencia, las tuberías plásticas no requieren ningún tipo de recubrimiento ni protección catódica.*
- **Resistencia química:** Las tuberías plásticas han demostrado tener una *gran resistencia al ataque de las sustancias químicas* encontradas en las aguas típicas para consumo humano, así como en las aguas presentes en los sistemas de alcantarillado. También se han utilizado en procesos industriales, para conducir ácidos y otros líquidos.

En el **ANEXO A**, se muestra la tabla conteniendo los niveles de resistencia química de la tubería HDPE, ante el ataque de los diferentes compuestos químicos

- **Hermetismo:** Por su naturaleza intrínseca, el plástico *es un material impermeable, por lo cual evita infiltraciones y exfiltraciones* que podrían afectar al sistema y al ambiente. La junta cementada, mediante el proceso de fusión (o soldadura) del material, da continuidad y

hermetismo absoluto al sistema. La unión con empaque de hule de nuestros distintos sistemas, garantiza un sello hermético y una gran facilidad de instalación.

- **Resistencia al ataque biológico:** El ataque biológico se define como la degradación causada por la acción de micro o macroorganismos vivientes; como por ejemplo los hongos y bacterias; y raíces, insectos y roedores, respectivamente.

Raíces: Cualquier abertura en la tubería o en sus juntas provee un fácil acceso a las raíces de los árboles y ocasiona también el derrame de agua e infiltración. Las tuberías HDPE han demostrado *que una correcta instalación proporciona tuberías invulnerables a la presencia de raíces.*

Microorganismos: Se ha demostrado que *el ataque de hongos, bacterias, algas, etc. carece de importancia por no existir en el plástico materia nutriente para el desarrollo de estos.*

Insectos: Las tuberías HDPE no son atacadas por termitas.

Roedores: Dado que las tuberías plásticas no constituyen una fuente de nutrición, no están expuestas al ataque de roedores.

- **Resistencia a la intemperie:** Las tuberías plásticas no se ven afectadas por los ciclos húmedo/seco frío/caliente. No obstante, *cuando están expuestas a la radiación ultravioleta (UV) de la luz solar pueden sufrir decoloración y verse afectadas por una disminución en la resistencia al impacto. Otras propiedades, como el esfuerzo a la tensión y el módulo de elasticidad, no se afectan sensiblemente.*

La manera más común de proteger tubería plástica expuesta a los rayos del sol es aplicar una capa de pintura a base de agua. También, se pueden fabricar tuberías con aditivos que las protegen de los rayos ultravioleta.

- **Resistencia a la abrasión:** Las tuberías plásticas *tienen una excepcional resistencia a la abrasión, con un comportamiento muy superior al de tuberías fabricadas con otros materiales. Esto reduce muy*

significativamente los costos de mantenimiento ocasionados por la abrasión

- **Flexibilidad:** Las tuberías plásticas poseen un módulo de elasticidad menor que las tuberías tradicionales. Por ello, tienen una mayor flexibilidad y, por consiguiente, un mejor comportamiento frente a los siguientes esfuerzos:
 - Movimientos sísmicos
 - Sobrepresiones (golpe de ariete)
 - Cargas externas (muertas y vivas)

Esta flexibilidad, unida a su poco peso, facilita su manejo, instalación y mantenimiento, con lo cual se obtiene un ahorro en tiempo, en gastos en transporte y en mano de obra.

- **Rugosidad:** Por su baja rugosidad, las tuberías plásticas *pueden clasificarse como tuberías hidráulicamente lisas*, gracias a su bajo coeficiente de fricción. Esto, con respecto a las tuberías tradicionales, significa que las paredes de las tuberías plásticas generan menor resistencia al flujo y, con ello, permiten transportar caudales mayores. Además, la superficie lisa de la pared impide la formación de incrustaciones y tuberculizaciones, que pueden disminuir la sección de la tubería.
- **Resistencia al impacto:** Por las características propias del material, las tuberías plásticas pueden asimilar las fuerzas de impacto que eventualmente se presenten durante la manipulación, transporte e instalación.

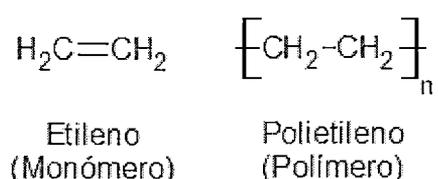
2.4.2 Materiales utilizados en la fabricación de tuberías de HDPE

El HDPE (polietileno de alta densidad) es un material ampliamente usado para la fabricación de tuberías a nivel mundial por sus excelentes características físicas y químicas.

Las tuberías de HDPE se fabrican bajo normas nacionales e internacionales de calidad.

Polietileno de alta densidad (HDPE) y sus propiedades Físicas y Químicas

El polietileno es un polímero plástico derivado directamente del Etileno. Ciertos tipos de polietileno denominados de Alta Densidad o HDPE (de su sigla en inglés High Density Polyethylene) confieren a los productos que se fabrican, propiedades especiales de resistencia, debido a su alto peso molecular.



El polietileno de alto peso molecular, con el cual se producen los tubos HDPE cumple con los requisitos que define las normas ASTM D 3350² – IRAM 13485 - ISO 4427³ por ejemplo. El material tiene un 2 % de negro de humo dispersado en la masa y antioxidantes que le otorgan una gran resistencia a los rayos ultravioletas. El alto peso molecular y una distribución molecular estrecha le dan propiedades físicas muy estables, difíciles de lograr con otros materiales termoplásticos.

Se utilizan esencialmente dos clases de polietileno según la tecnología de obtención de la resina (proceso de polimerización), esta calificación es independiente de la marca comercial de la resina, o el proveedor sea nacional o del exterior. Estas clases son el PE80 y PE100.

Teniendo el PE100 mayor resistencia circunferencial, se obtiene un menor espesor de pared de un tubo de cierto diámetro que soporta una presión igual a la que soporta un tubo fabricado en PE80. Si se tiene en

² ASTM 3350 Especificaciones Estándar para los materiales de las tuberías de polietileno

³ ISO 4427-1:2007 norma que especifica los aspectos generales de polietileno (PE), sistemas de tuberías destinados al transporte de agua para usos generales.

cuenta que todas las normas reglan los diámetros de las cañerías a partir del diámetro exterior, al contar con un menor espesor de pared, resulta una mayor sección de pasaje, a consecuencia de la relación $Q = S \times V$ (Sección por velocidad). El ahorro del material llega a un 33%, lo ganado en la sección transversal en un orden del 16% y lo ganado en capacidad de transporte en el orden del 35%.

Al considerar el precio unitario por kilo de resina PE100, este es un poco mayor que el PE80, pero al consumir menos kilos por metro resulta más conveniente tecnológicamente y económicamente la utilización de esta resina.

Propiedades del polietileno:

- **Estructura Química:** El análisis del polietileno (C, 85.7%; H, 14.3%) corresponde a la fórmula empírica $(CH_2)_n$ resultante de la polimerización por adición del etileno.
- **Cristalinidad:** Es cristalino en más de un 90%
- **Temperatura de transición vítrea:** Tiene 2 valores, a -30°C y a -80°C
- **Punto de fusión:** 135°C Esto le hace resistente al agua en ebullición
- **Rango de temperaturas de trabajo:** Desde -100°C hasta $+120^\circ\text{C}$
- **Propiedades ópticas:** Debido a su alta densidad es opaco.
- **Densidad:** Inferior a la del agua; valores entre 945 y 960 kg por m^3
- **Viscosidad:** Elevada. Índice de fluidez menor de 1g/10min, a 190°C y 16kg de tensión
- **Flexibilidad:** Comparativamente, es más flexible que el polipropileno
- **Resistencia Química:** Excelente frente a ácidos, bases y alcoholes.
- **Estabilidad Térmica:** En ausencia completa de oxígeno, el polietileno es estable hasta 290°C . Entre 290 y 350°C , se descompone y da polímeros de peso molecular más bajo, que son normalmente termoplásticos o ceras, pero se produce poco etileno. A temperaturas superiores a 350°C , se producen productos gaseosos en cantidad creciente, siendo el producto principal el butileno.
- **Oxidación del polietileno:** En presencia de oxígeno, el polietileno es mucho menos estable. Se produce oxidación y degradación de las

moléculas del polímero a 50 °C, y en presencia de la luz se produce una degradación incluso a las temperaturas ordinarias. La oxidación térmica del polietileno es importante en el estado fundido, porque influye sobre el comportamiento en los procesos de tratamiento, y en el estado sólido porque fija límites a ciertos usos.

- **Efectos de la oxidación:** Los principales son variaciones en el peso molecular que se manifiestan primero por cambios en la viscosidad y, cuando son más intensos, por deterioro en la resistencia mecánica, variación en las propiedades eléctricas, cambio de color. Una oxidación intensa, especialmente a temperaturas elevadas, conduce a la degradación de la cadena y a la pérdida de productos volátiles y el producto se hace quebradizo y parecido a la cera. El proceso de la oxidación es autocatalítico; aumenta la rapidez de la oxidación a medida que aumenta la cantidad de oxígeno absorbido.
- **Protección frente a la oxidación térmica:** La oxidación térmica del polietileno puede reducirse o suprimirse durante algún tiempo incorporándole antioxidantes; en general, estos son los mismos tipos que se usan para el caucho, y muchos son fenoles o aminas. Al elegir el antioxidante, se prestará atención a puntos como la ausencia de color y olor y a la baja volatilidad para evitar pérdidas durante el tratamiento a temperaturas altas.
- **Oxidación catalizada por la luz solar:** Se tiene también aquí una reacción autocatalítica, como en el caso de la oxidación térmica. La fotooxidación produce coloración, deterioro en las propiedades físicas y pérdida de resistencia mecánica, que conduce al agrietamiento y ruptura de las muestras sometidas a tensión. Es un problema más grave que la oxidación térmica, ya que la protección no se consigue con tanta facilidad. Los antioxidantes normales son de poca utilidad y la protección más satisfactoria se obtiene incorporando aproximadamente 2% de negro de humo, bien dispersado en el polímero. Conviene insistir en que el polietileno no protegido no sirve para usos en los cuales estará expuesto a la luz solar.
- **Propiedades Eléctricas:** Como podía esperarse de su composición química, el polietileno tiene una conductividad eléctrica pequeña, baja

permisividad, un factor de potencia bajo (9,15) y una resistencia dieléctrica elevada.

La calidad de una tubería de HDPE en cuanto a su estructura molecular y resistencia hidráulica, está fuertemente influenciada por la calidad de la resina que se utiliza. Por ello, las normas técnicas ponen especial énfasis en las características del compuesto a utilizar en la fabricación de tuberías.

Las resinas utilizadas en el mercado nacional cumplen en la mayoría de los casos con los requisitos de las normas ASTM D 3350 – ISO 4427.

En los cuadros siguientes se muestra las características de la resina HDPE según la norma técnica.

Cuadro N° 2.1

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL HDPE (ISUMOS) PARA TUBERÍAS FABRICADAS BAJO LA NORMA ASTM D 3350

Propiedades	Norma de ensayo	Celda (ASTM 3350)	Valores límites
Densidad (gr/cm ³)	ASTM D 1505	3	0.941 a 0.955
Índice de fusión (g/10 min)	ASTMD 1238/E	4	< 0.15
Módulo de flexión (x 1000 PSI)	ASTM D 790	5	110 a 160
Esfuerzo de fluencia (x 1000 PSI)	ASTM D 638	4	3,000 a 3,500
Resistencia al Agrietamiento (Duración del ensayo en horas) (Falla máxima en %)	ASTMD 1693/3	3	192 20%
HDB (Base Hidrostática de diseño) (PSI)	ASTM D 2837	4	1600 Mínimo
Pigmento	ASTM D 3350	C	Negro, >2%

Fuente: Información Técnica AMANCO (empresa líder en la producción de tuberías conductoras de fluidos)

Al igual que la ASTM, las normas ISO también exigen requisitos para la materia prima a utilizar. En este caso el material o compuesto se designa en categorías de acuerdo a su MRR (Mínima Resistencia Requerida a 20°C para que la tubería tenga una duración de 50 años) La mayoría de empresas en el mercado nacional fabrica sus tuberías de HDPE con las dos categorías más altas PE 100 y PE 80, cuyos requisitos se exponen a continuación:

Cuadro N° 2.2

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL HDPE (INSUMOS) PARA TUBERÍAS FABRICADAS BAJO NORMA NTP ISO 4427⁴

Mpa ⁽¹⁾ (PSI)			Esfuerzo de ensayo según NTP ISO 4427 Mpa ⁽¹⁾ (PSI)			
Designación del Insumo	MRR a 50 años y 20°C	Máximo esfuerzo Permisible de diseño hidrostático(σ_e) ⁽²⁾	100 horas A 20°C	165 horas a 80°C	1000 horas a 80°C	1 hora a 20°C
PE 100	10.0 (1,450)	8.0 (1,160)	12.4 (1,798)	5.5 (797)	5.0 (725)	14.0(2,030)
PE 80	8.0 (1,160)	6.3 (914)	9.0 (1,305)	4.6 (667)	4.0 (580)	11.3 (1,638)

Fuente: AMANCO, información técnica. (Empresa líder en la producción de tuberías conductoras de fluidos)

⁽¹⁾ 1 Mpa = 10 bares ⁽²⁾ σ_e = MRR / C donde C es un coeficiente de diseño que varía de acuerdo a las condiciones operativas, ambientales y temperatura. En este caso para agua a 20°C se ha tomado el valor de 1.25.

2.4.3 Proceso de fabricación de las tuberías de HDPE

Los procesos en la fabricación de tubería de HDPE, son los procesos más comunes aplicados a los termoplásticos como son: por extrusión y por inyección. El método de fabricación más utilizado es el de extrusión, para tubos de hasta 500 mm de diámetro, por lo que solo nos referiremos a este proceso.

⁴ NTP ISO 4427 Norma Técnica Peruana ISO 4427

Extrusión:

Este método de conformación se emplea para obtener perfiles de determinada longitud, productos acabados o semiacabados en régimen continuo.

Proceso de fabricación por extrusión:

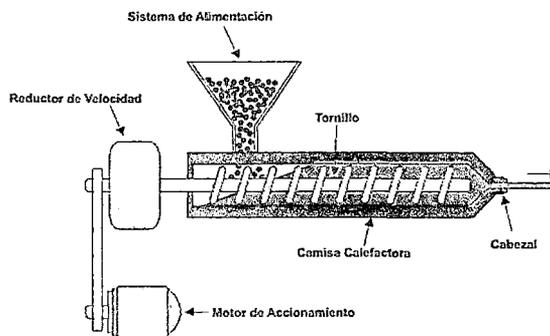
El material termoplástico, pasa a través de una máquina llamada extrusora que consta de las siguientes partes:

- Una tolva de alimentación, donde se vierte el polímero en forma de pellets, mezcla seca en polvo (dry blend) o similar
- Un cilindro en el interior del cual se encuentra un husillo o tornillo de alimentación, que en su movimiento de giro empuja, compacta, funde la masa de plástico caliente hacia la boquilla;
- Una matriz o boquilla, que confiere al plástico la forma de perfil deseado.
- Una unidad de refrigeración a la salida de la boquilla.
- Una bobinadora, cuando la fabricación es continua, que enrolla el producto terminado.

Se suele acoplar entre el tornillo y la boquilla un “strainer” o placa perforada que regula la salida de masa. Esta misma placa puede actuar de plato cortador para separar las piezas terminadas de la máquina.

Figura 2.1

Extrusora para la fabricación de tubos HDPE



Fuente: Revista de Pásticos Internacional Vol. 2, 2006

Extrusión:

Este método de conformación se emplea para obtener perfiles de determinada longitud, productos acabados o semiacabados en régimen continuo.

Proceso de fabricación por extrusión:

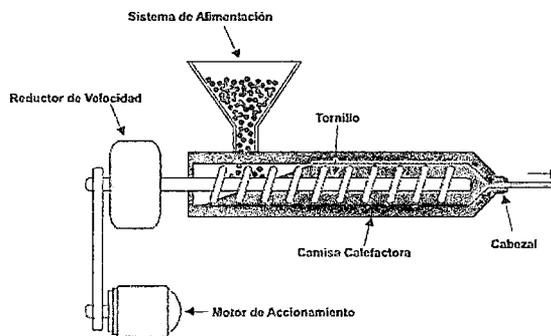
El material termoplástico, pasa a través de una máquina llamada extrusora que consta de las siguientes partes:

- Una tolva de alimentación, donde se vierte el polímero en forma de pellets, mezcla seca en polvo (dry blend) o similar
- Un cilindro en el interior del cual se encuentra un husillo o tornillo de alimentación, que en su movimiento de giro empuja, compacta, funde la masa de plástico caliente hacia la boquilla;
- Una matriz o boquilla, que confiere al plástico la forma de perfil deseado.
- Una unidad de refrigeración a la salida de la boquilla.
- Una bobinadora, cuando la fabricación es continua, que enrolla el producto terminado.

Se suele acoplar entre el tornillo y la boquilla un “strainer” o placa perforada que regula la salida de masa. Esta misma placa puede actuar de plato cortador para separar las piezas terminadas de la máquina.

Figura 2.1

Extrusora para la fabricación de tubos HDPE



Fuente: Revista de Pasticos Internacional Vol. 2, 2006

2.4.4 Especificaciones técnicas de la tubería de HDPE

Las empresas dedicadas a la fabricación de la tubería de HDPE, se caracterizan por tener procesos estandarizados y de aseguramiento que garantizan la calidad de sus productos. Asimismo, la mayoría de los ensayos a los que son sometidos estos productos, están regulados por Normas internacionales como la ISO, DIN UE, etc

Las especificaciones técnicas que deberán cumplir las tuberías, correspondientes a los grados de HDPE de uso más común (PE 100 y PE 80) se muestran en los cuadros siguientes:

Cuadro N° 2.3
Tuberías de polietileno (HDPE/PE80) para conducción de fluidos
Especificaciones técnicas según norma NTP-ISO 4427

DIAM.NOM. Diam. mm.	PN=4 bar SDR 32		PN=6 bar SDR 21		PN=8 bar SDR 17		PN=10 bar SDR 13.6		PN=12.5 bar SDR 11		PN=16 bar SDR 9		PN=20 bar SDR 7.4	
	e pared min mm.	Diam.int. aprox. Mm.												
20.0	-		-	-	-	-	-	-	-		2.3	15.40	-	-
25.0	-		-	-	-	-	-	-	-		2.8	19.40	-	-
32.0	-		-	-	-	-	2.8	26.40	3.0	26.00	3.6	24.80	-	-
40.0	-		-	-	-	-	3.0	34.00	3.7	32.60	4.5	31.00	-	-
50.0	-		-	-	-	-	3.7	42.60	4.6	40.80	5.6	38.80	-	-
63.0	-		-	-	3.7	55.60	4.7	53.60	5.8	51.40	7.1	48.80	8.6	45.80
75.0	-		-	-	4.5	66.00	5.6	63.80	6.8	61.40	8.4	58.20	10.3	54.40
90.0	-		-	-	5.4	79.20	6.7	76.60	8.2	73.60	10.1	69.80	12.3	65.40
110.0	3.4	103.20	5.3	99.40	6.6	96.80	8.1	93.80	10.0	90.00	12.3	85.40	15.1	79.80
125.0	-	-	6.0	113.00	7.4	110.20	9.2	106.60	11.4	102.20	14.0	97.00	17.1	90.80
140.0	4.3	131.40	6.7	126.60	8.3	123.40	10.3	119.40	12.7	114.60	15.7	108.60	19.2	101.60
160.0	4.9	150.20	7.7	144.60	9.5	141.00	11.8	136.40	14.6	130.80	17.9	124.20	21.9	116.20
200.0	6.2	187.60	9.6	180.80	11.9	176.20	14.7	170.60	18.2	163.60	22.4	155.20	27.4	145.20
250.0	7.7	234.60	11.9	226.20	14.8	220.40	18.4	213.20	22.7	204.60	27.9	194.20	34.2	181.60
315.0	9.7	295.60	15.0	285.00	18.7	277.60	23.2	268.60	28.6	257.80	35.2	244.60	-	-
355.0	10.9	333.20	16.9	321.20	21.1	312.80	26.1	302.80	32.2	290.60	39.7	275.60	-	-
400.0	12.3	375.40	19.1	361.80	23.7	352.60	29.4	341.20	36.3	327.40	-	-	-	-
450.0	13.9	422.20	21.5	407.00	26.7	396.60	33.1	383.80	-	-	-	-	-	-
500.0	15.4	469.20	23.9	452.20	29.7	440.60	36.8	426.40	-	-	-	-	-	-
560.0	17.3	525.40	26.7	506.60	33.2	493.60	-	-	-	-	-	-	-	-
630.0	19.4	591.20	30.0	570.00	37.4	555.20	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Empresa H&C "Distribución e importación de tubos HDPE" PN: presión nominal SDR: Relación estándar de dimensiones (Ø / espesor)

Tuberías de polietileno (HDPE / PE 100) para conducción de fluidos

Especificaciones técnicas según norma NTP-ISO 4427

DIAM. NOM. Diam. mm.	PN=4 bar SDR 41		PN=6 bar SDR 27.6		PN=8 bar SDR 21		PN=10 bar SDR 17		PN=12.5 bar SDR 13.6		PN=16 bar SDR 11		PN=20 bar SDR 9	
	e pared min mm.	Diam.int. aprox. Mm.												
20.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.3	15.40	-	-
25.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.6	19.80	-	-
32.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	26.00	-	-
40.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.7	32.60	-	-
50.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.6	40.80	-	-
63.0	-	-	-	-	-	-	3.7	55.60	4.7	53.60	5.8	51.40	-	-
75.0	-	-	-	-	-	-	4.5	66.00	5.6	63.80	6.8	61.40	-	-
90.0	-	-	-	-	4.3	81.40	5.4	79.20	6.7	76.60	8.2	73.60	-	-
110.0	-	-	-	-	5.3	99.40	6.6	96.80	8.1	93.80	10.0	90.00	12.3	85.40
125.0	-	-	4.6	115.80	5.9	113.20	7.4	110.20	9.2	106.60	11.4	102.20	14.0	97.00
140.0	-	-	5.1	129.80	6.7	126.60	8.3	123.40	10.3	119.40	12.7	114.60	15.7	108.60
160.0	-	-	5.8	148.40	7.7	144.60	9.5	141.00	11.8	136.40	14.6	130.80	17.9	124.20
200.0	-	-	7.3	185.40	9.5	181.00	11.9	176.20	14.7	170.60	18.2	163.60	22.4	155.20
250.0	6.1	237.80	9.1	231.80	11.9	226.20	14.8	220.40	18.4	213.20	22.7	204.60	27.9	194.20
315.0	7.7	299.60	11.4	292.20	15.0	285.00	18.7	277.60	23.2	268.60	28.6	257.80	35.2	244.60
355.0	8.7	337.60	12.9	329.20	16.9	321.20	21.1	312.80	26.1	302.80	32.2	290.60	-	-
400.0	9.8	380.40	14.5	371.00	19.1	361.80	23.7	352.60	29.4	341.20	36.3	327.40	-	-
450.0	11.0	428.00	16.3	417.40	21.5	407.00	26.7	396.60	33.1	383.80	-	-	-	-
500.0	12.2	475.60	18.1	463.80	23.9	452.20	29.7	440.60	36.8	426.40	-	-	-	-
560.0	13.7	532.60	20.3	519.40	26.7	506.60	33.2	493.60	-	-	-	-	-	-
630.0	15.4	599.20	22.8	584.40	30.0	570.00	37.4	555.20	-	-	-	-	-	-

Fuente: Empresa H&C "Distribución e importación de tubos HDPE"; PN: presión nominal SDR: Relación estándar de dimensiones (\varnothing / espesor)

2.5 Procesos de Soldadura de tuberías de HDPE

Sistemas de Unión

La elección del sistema de unión depende de las condiciones operacionales (presión, temperatura) en que las tuberías y fittings van a ser utilizados, de las características del fluido que van a conducir y del diámetro requerido.

Las tuberías y fittings de HDPE se pueden unir mediante dos sistemas:

- Uniones fijas.
- Uniones desmontables.

El sistema de uniones fijas se basa en el proceso de Termofusión y Electrofusión y *la unión se produce a través del calentamiento de los extremos del tubo, con una temperatura determinada que depende de la pared del tubo y del diámetro exterior.*

Una vez alcanzada la temperatura, se somete a los tubos a una presión homogénea y constante, resultando en una fusión molecular perfecta, logrando que ambos tubos se comporten como un solo cuerpo.

2.5.1 Método de soldadura por Termofusión

La Termofusión, se define como: “un método de soldadura simple y rápido, para unir tubos de polietileno y sus accesorios. La superficie de las partes que se van a unir se calientan a temperatura de fusión y se unen por aplicación de presión, con acción mecánica o hidráulica, de acuerdo al tamaño de la tubería y sin usar elementos adicionales de unión”.

Las superficies a soldar deben comprimirse contra el termoelemento con una fuerza que es proporcional al diámetro de la tubería y luego se debe disminuir hasta un valor determinado de presión, con el objeto de que las caras absorban el calor necesario para la polifusión. Esta disminución provoca la formación de un cordón regular alrededor de la circunferencia, que está relacionado directamente con el espesor del tubo.

Para lograr una correcta soldadura por Termofusión deben considerarse los siguientes factores:

- Calor de fusión
- Presión de fusión adecuada
- Velocidad de fusión
- Presión de enfriamiento
- Temperatura del termoelemento correcta
- Temperatura adecuada del ambiente
- Uso de tiempos de calentamiento y enfriamiento adecuados
- Alineación correcta
- Evitar el contacto con suciedad, aceites y residuos

Los tipos de soldadura por Termofusión más conocidos, son

- **La fusión a tope (o “butt fusion”)** se utiliza para hacer juntas de extremo a extremo entre extremos de tuberías con “tope” o planos y accesorios que tiene el mismo diámetro exterior y similar espesor de pared.
- **La fusión de silleta o flanco (o “saddle fusion”)** se utiliza para instalar un accesorio de salida de ramal en la parte superior o lateral de la tubería principal. Normalmente se instalan tees roscadas en la parte superior de la tubería principal y los accesorios de silleta de ramales o de servicios a los lados de la misma. Una vez enfriada la unión, la pared del tubo principal se perfora (machuela) para permitir el paso del flujo por el ramal. El “Machuelado en Caliente” es una fusión de silleta a una línea “viva” o presurizada.
- **La fusión a socket (o “socket fusion”)** se utiliza para unir tubos de 4 pulgadas o menores y tuberías a accesorios de enchufe. Los accesorios de enchufe están disponibles para ciertos materiales PE.

Soldadura por Termofusión a tope.

La Soldadura a Tope es el procedimiento más tradicional y es apropiada para la unión de dos tuberías del mismo SDR *relación estándar de dimensiones* (\varnothing / espesor) con diámetros desde 32 mm hasta diámetros de 630 mm. **No debe emplearse para unir tuberías o fittings de diferentes espesores.**

Este tipo de soldadura, consiste en la unión, mediante presión, de los extremos planos de los tubos y accesorios de igual diámetro y espesor, previamente calentados por una placa calefactora hasta alcanzar la temperatura adecuada, y durante el tiempo prescrito en cada caso

ESQUEMA N° 1
Termofusión a tope

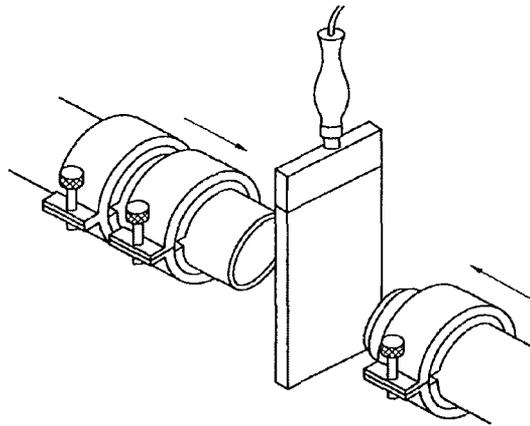
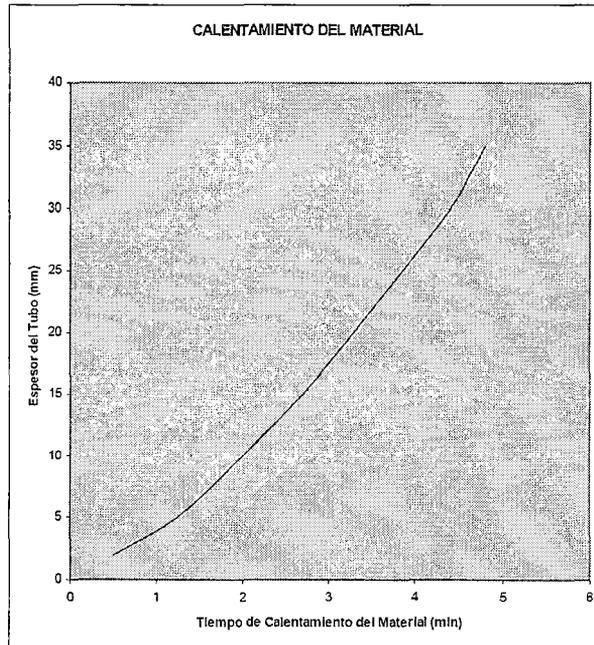
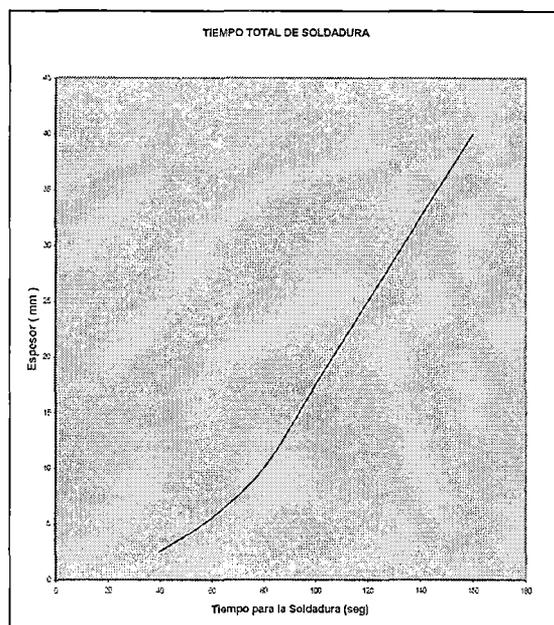


DIAGRAMA N° 2.1



Fuente: REVINCA C.A.⁵ (MANUAL DE SOLDADURA)

DIAGRAMA N° 2.2



Fuente: REVINCA C.A (MANUAL DE SOLDADURA)

⁵ **REVINCA CA** Fabricantes de Tuberías de Polietileno de Alta Densidad y Conexiones. Caracas Venezuela. E-mail: revinca@cantv.net | ventas-revinca@cantv.net

NOTA: La fuerza inicial del calentamiento, la fuerza inicial de soldadura, el tiempo de calentamiento y los tiempos de enfriamiento, son recomendaciones sugeridas por el fabricante del equipo a utilizar, y a su vez depende del ambiente donde se realiza la soldadura.

La soldadura a Tope se aplica en la realización de uniones entre:

Tubo – Tubo

Tubo – Accesorio

Accesorio – Accesorio

En el siguiente cuadro se muestra el campo de aplicación de la soldadura a tope de acuerdo al diámetro nominal de la tubería y el SDR y podemos observar que *el método de soldadura a tope, no es apto para diámetros nominal menores a 160*. Algunas veces suele aplicarse a tuberías de diámetros nominales iguales o superiores a 110, y excepcionalmente en DN 90 SDR11.

Cuadro N° 2.5

Campo de aplicación de la soldadura a tope

DN TUBO	SDR 26	SDR 17'6	SDR 11
90	-	-	+
110	-	+	+
160	+	+	+
200	+	+	+
250	+	+	+
315	+	+	+

Fuente: Plastmesur⁶ (Catálogo de equipos)

⁶ Plastmesur S.L. (tuberías de polietileno)
e-mail: info@plastmesur.com

2.5.2 Método de soldadura por Electrofusión

La soldadura por Electrofusión consiste en la unión de tuberías o de tuberías y accesorios mediante el empleo de *accesorios electrosoldables*.

Existen dos métodos de electrofusión (encaje, solape), que no son más que otro sistema de fusión convencional con la única diferencia que en la electrofusión se le incorpora a la conexión una resistencia eléctrica que evita el uso del elemento de calefacción externo. Por lo tanto la diferencia principal entre la fusión de calor convencional y la electrofusión es el método por el cual se aplica calor.

Esta técnica involucra la fusión por medio de calor de las tuberías con el accesorio, encajando los extremos de dicha tubería en el accesorio de electrofusión, durante un tiempo preestablecido. Cuando la corriente eléctrica se aplica, la resistencia que se encuentra en el interior de la conexión produce calor y funde la superficie interna del accesorio con la externa de la tubería. El polietileno fundido de los dos componentes pasa a formar una sola pieza.

Figura 2.2
Accesorio electrosoldable



Fuente: Catalogo " RITMO S.A." empresa proveedora de fittings

Es una soldadura muy eficaz y segura, prácticamente independiente del soldador, pero bastante dependiente de la limpieza de la conexión y la tubería, de la calidad de la conexión y de la fuente de corriente alterna

Adicionalmente, los electrosoldables o fittings de Electrofundición tienen indicadores de fundición que permiten tener otro indicador de una correcta fundición.

La soldadura por Electrofundición ha logrado mucha aceptación para soldar tuberías de gas, en estos últimos años, especialmente en Europa.

Hoy día se dispone de sistemas bastante sofisticados, donde las conexiones poseen códigos de barras que son leídos por el equipo de soldadura, autoprogramándose para la intensidad de corriente y tiempo respectivos para una determinada pieza, disminuyendo prácticamente a cero la posibilidad de error en los parámetros de la soldadura.

El cuadro siguiente muestra el campo de aplicación de la soldadura por electrofundición, para el caso del PE 100

Cuadro N° 2.6

<i>Ø TUBO</i>	<i>SDR 17.6</i>	<i>SDR 11</i>
20	---	SI
32	---	SI
40	---	SI
63	---	SI
90	SI	SI
110	SI	SI
125	SI	SI
160	SI	SI
200	SI	SI
250	SI	SI
315	SI	SI

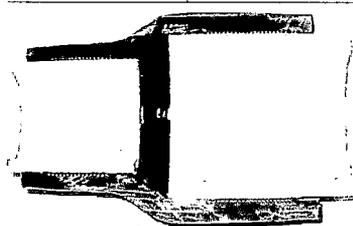
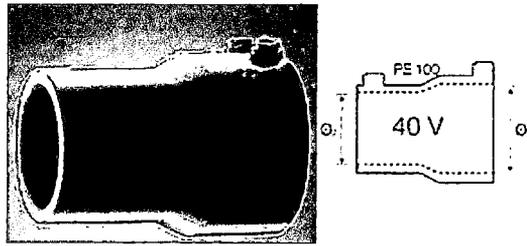
Fuente: Plastmesur⁷ (Catálogo de equipos)

En la unión de tuberías de PE 80 y PE 100 del mismo DN y diferente SDR se utilizará obligatoriamente la técnica de Electrofundición con fittings

⁷ Plastmesur S.L. (tuberías de polietileno)
e-mail: info@plastmesur.com

Figura 2.3

Soldadura de dos tuberías con diámetros diferentes

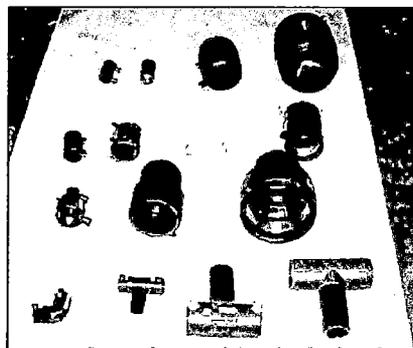


Fuente: Catálogo "RITMO S.A." ⁸ empresa proveedora de fittings

En la figura siguiente se muestra algunos de los accesorios para la soldadura por Electrofusión

Figura 2.4

Accesorios Electrosoldables



Fuente: Catálogo " RITMO S.A." empresa proveedora de fittings

Factores Críticos a considerar en la calidad de Soldadura son:

- Calor de Fusión.

⁸ Ritmo Plastic Welding Technology
Via A. Volta Bresso * 35033 Italia

- Temperatura del Termoelemento Correcta.
- Presión de Fusión Adecuada.
- Temperatura del Ambiente.
- Uso de Tiempos de Calentamientos adecuados.
- Uso de Tiempos de Enfriamiento adecuados.
- Presión de Enfriamiento.
- Velocidad de Fusión.
- Suciedad, Aceites y Residuos.
- Alineación.
- Tiempo de Cambio.

2.5.3 Equipos y Materiales para el proceso de soldadura

Desde los años 60, la termofusión ha experimentado una transformación y, según las necesidades del mercado, varios ajustes en los equipos; desde equipos mecánicos o con bomba manual a los equipos electrohidráulicos de alta calidad; y desde equipos pesados, hasta equipos fácilmente utilizables por un único operador.

Hoy en día, tanto los equipos de termofusión para terreno, como los equipos de taller para fabricación de accesorios de HDPE, dejan tiempo al operador para ejecutar múltiples operaciones durante la jornada de producción: inclusive puede dejar la tarea de inspección y certificación a los equipos automáticos, a su software de interfaz y al control GPS. Esta ventaja conduce a una reducción del costo de mano de obra, a la entrega puntual y a un producto que respeta los más altos estándares de calidad.

Los nuevos equipos permiten que el operador programe, y ejecute, todos los pasos de la soldadura en forma rápida y simple, además puede introducir desde el panel de control, los datos de temperatura, velocidad y presión. Incorpora un sistema data logger para registrar el ciclo completo de la soldadura, que puede ser sucesivamente descargado en una PC o a una computadora portátil. Gracias a este sistema, los supervisores pueden ser in-

formados constantemente sobre los costos de las operaciones de soldadura y certificar la calidad del resultado final.

El cuerpo de máquina, con sus mordazas, puede ser removido fácilmente desde el carro de transporte para ser utilizado en zanja: el panel de control también puede ser removido desde el chasis para permitir al operador controlar el ciclo de soldadura desde el exterior de la zanja.

Equipos para los procesos de soldadura por Termofusión

Existen distintos modelos de máquinas para el proceso de soldadura por Termofusión. Se diferencian por *el tipo de accionamiento*, el cual puede ser eléctrico o hidráulico. *En función de la forma de fijar los parámetros de soldadura, de su control y su registro*, se pueden diferenciar estas en máquinas manuales y máquinas automáticas.

En las máquinas manuales, el soldador fija y controla los parámetros de soldadura. El soldador aplica la presión directamente mediante una bomba y controla su valor mediante un manómetro. El tiempo lo controla con un cronómetro.

En algunas máquinas manuales el soldador se ayuda de dispositivos que actúan sobre una válvula de regulación que permite fijar una presión de consigna. Además también dispone de un reloj programable, que avisa antes de finalizar cada operación. En este caso el soldador fija y controla los parámetros de soldadura aunque ayudándose de diferentes dispositivos.

Una de las limitaciones existentes es que las máquinas manuales no guardan registro de la soldadura, por lo que era necesario recurrir al apoyo de los gráficos de control y otras herramientas del control estadístico de procesos.

En las máquinas automáticas, el soldador selecciona las características de los elementos a soldar (DN, SDR) realizando la máquina,

mediante un módulo electrónico, el proceso, control y registro de los parámetros de soldadura. Así, se evitan las posibles alteraciones que puedan provocar involuntariamente el soldador.

El equipo empleado para este sistema de uniones térmicas dependerá de los diámetros de las tuberías, para ello existen en el mercado una gran variedad de marcas y diseños específicos, damos algunos ejemplos de estos equipos.

Cuadro 2.7
Equipos Utilizados en la Soldadura por Termofusión

Equipo	Diámetro
Gamma 110	25 mm – 110 mm
Delta 160	40 mm – 160 mm
Delta 315	90 mm – 315 mm
Delta500	200 mm – 500 mm
Delta 630	355 mm – 630 mm
Escareadores	Rebaba

Fuente: Fabricantes de Equipos⁹

Las máquinas automáticas registran los parámetros de soldadura en memoria. Los datos archivados en memoria pueden verse en pantalla y volcarse a una computadora.

Normalmente el equipo automático y sus accesorios para la soldadura por Termofusión a tope están constituidos por los siguientes elementos:

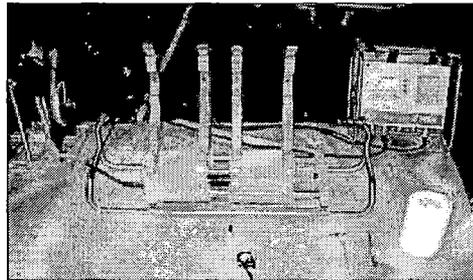
- Máquina básica o unidad de fuerza. Capaz de sostener y alinear las dos tuberías a soldar y moverlas longitudinalmente, presionando las superficies de tope de una tubería contra la otra, con una presión o fuerza determinada y registrable.

⁹ ANEXO B (descripción técnica de los equipos)

- Disco de soldadura o placa calefactora. Un disco, generalmente de aluminio, con resistencias eléctricas embutidas, controladas a través de un termostato a fin de mantener una temperatura determinada, constante, en las superficies del disco.
- Refrentador. Dispositivo rotativo, de accionamiento manual o motorizado, provisto de láminas de corte, con la finalidad de dejar paralelas las superficies de tope de las tuberías que van a ser unidas.
- Accesorios. Casquillos de reducción para diversos diámetros de tuberías; dispositivos para sostener conexiones y stub ends.

Figura 2.5

Equipo para soldadura a Tope



Fuente: Catálogo RITMO S.A. (Empresa proveedores de accesorios)

- Carpa. Para protección en caso de temperaturas bajas o condiciones climáticas adversas (lluvia, viento, nieve). También es necesaria su utilización cuando existe polvo en el medio ambiente.
- Termómetro. Termómetro digital con una sonda de superficie para chequear regularmente la temperatura de la placa calefactora.

Además se recomienda contar con:

- Herramienta para sacar virutas internas y externas.
- Material de limpieza, género de algodón limpio y sin pelusas o toalla de papel y agente desengrasante.
- Cortadores de tuberías de HDPE.
- Termómetro para medir la temperatura del aire.
- Marcador indeleble para HDPE.

- Cronómetro.

Equipos para los procesos de soldadura por Electrofundición

Para realizar soldaduras por Electrofundición se emplean máquinas y útiles especiales, como:

1. Máquinas de soldadura con sus accesorios de conexión.
Actualmente estas máquinas son automáticas y polivalentes, permitiendo mediante el empleo de los terminales correspondientes soldar cualquier tipo de marca y accesorio. Para su funcionamiento se requiere una fuente de corriente, ya sea mediante una conexión a red o a un grupo electrógeno.
2. Corta tubo adecuado a cada diámetro
3. Raspador
4. Líquido limpiador (Isopropanol), papel celulósico.
5. Posicionador para accesorios
6. Útiles de perforación para derivados simples.
 - a. Equipo de taladrar sin carga
 - b. Equipo de taladrar en carga
7. Rotulador de tinta indeleble apto para tubos de PE

En el **ANEXO B**, se adjunta la descripción técnica básica de los equipos de soldadura más utilizados por las empresas en el país.

Problemas identificados en la calidad del Servicio de soldadura

Pese a las facilidades de la tecnología, los problemas de la calidad del servicio que se han identificado son:

- Soldadura con falta de penetración
- Soldaduras efectuadas por soldadores sin experiencia.
- Mala preparación de los biseles de los tubos producto de abolladuras de los tubos en las zonas de unión
- Demasiado tensionamiento en la unión de los tubos

- Los cambios dimensionales, torsiones, y tensiones inadmisibles de los tubos que fueron soldados sujetos a presión y tensionados para empatarlos durante el proceso de soldadura.
- Discontinuidades y defectos en las soldaduras que finalmente actúan como concentrador de tensiones iniciando bajo cargas cíclicas fisuras por fatiga propagándose lentamente alcanzando un tamaño crítico.

2.6 Proceso de instalación de las tuberías de HDPE

El proceso de instalación de tuberías HDPE, es el conjunto de actividades que se desarrollan a fin de cumplir con el confinamiento y transporte fluidos de acuerdo con las especificaciones señaladas por del Cliente.

El Servicio de instalación de tuberías de polietileno de alta densidad HDPE, se realiza de acuerdo a la solicitud del cliente y puede darse a través de las siguientes modalidades.

- *El cliente solicita el servicio “llave en mano” que significa la asesoría para el diseño del proyecto hasta la fase de operación del servicio.* En este caso, la Empresa de servicios, desarrolla las dos etapas del servicio: la primera es la elaboración del proyecto, cuyo producto es el expediente técnico de la obra y la segunda es la fase de instalación y operación inicial del servicio.
- *El cliente solicita cotización para la instalación de las tuberías,* de acuerdo a las normas y especificaciones establecidas en su proyecto y plan de obras. La empresa cotiza y remite el presupuesto de obra y de existir conformidad del mismo, se procede con la obra solicitada.

Los factores críticos de éxito en el proceso de instalación de las tuberías, están referidos fundamentalmente a los siguientes:

- Calidad de las tuberías a emplear.
- Tiempo de ejecución del proyecto.

- Cumplimiento de las normas y especificaciones técnicas del proyecto.
- Calidad de las soldaduras.

Uno de los componentes importantes en el proyecto, es la selección del tipo de instalación para el tendido de la tubería. Son tres los tipos de instalación más solicitados en el mercado local: Instalación Subterránea; Instalación superficial e Instalación bajo el agua. En lo que sigue se desarrolla los fundamentos y características de los tres tipos de instalaciones

2.6.1 Instalación subterránea

En cualquier tipo de instalación subterránea, *la calidad de la instalación es uno de los factores más importante en el comportamiento a largo plazo de los ductos utilizados. El objetivo principal en una instalación de tubería de polietileno es limitar el control de la deflexión.*

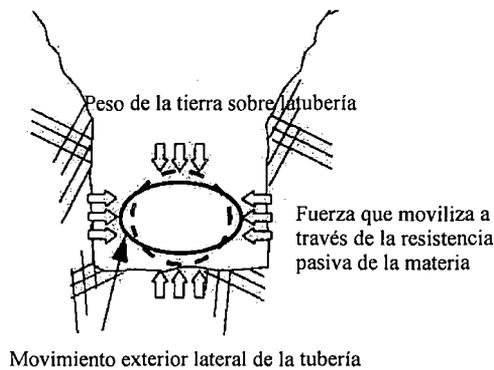
Deflexión

La capacidad de carga que tiene una tubería puede ser incrementada por la tierra cuando esta es encajada. Cuando la tubería es cargada, el peso es transferido de la tubería a la tierra por un movimiento exterior horizontal de la pared de la tubería. Esto mejora el contacto entre la tubería y la tierra, y refuerza a su vez la pasiva resistencia de la tierra.

Esta resistencia ayuda a prevenir más allá la deformación de la tubería y contribuye al soporte vertical de los pesos. La cantidad de resistencia encontrada en la tierra asentada es consecuencia directa del procedimiento de instalación.

Figura 2.6

Deflexión de la tubería de HDPE



El término “deflexión”, significa un cambio en el diámetro vertical de la tubería. La deflexión de la tubería de HDPE es la suma total de dos componentes: la “deflexión en la instalación” que refleja la técnica y cuidado de la tubería que se maneja; y la “deflexión en servicio” que refleja el acomodamiento de la construcción del sistema tubería-tierra, la subsiguiente fuerza y otras cargas.

La “Deflexión en la instalación”, puede ser un incremento o disminución en el diámetro vertical de la tubería. Un incremento en el diámetro vertical de la tubería, se refiere al “levantamiento” y es usualmente un resultado de los esfuerzos que actúan en la tubería durante la compactación y el relleno. Hasta cierto punto esto beneficia la compensación de la deflexión en servicio.

La deflexión en instalación está sujeta al control del cuidado de la colocación y consolidación del relleno de la tubería

Expansión y contracción térmicas

Es importante considerar las características de expansión y contracción térmica en el diseño e instalación de sistemas de HDPE. El coeficiente de expansión y contracción térmica para el polietileno es aproximadamente 10 veces mayor que para el acero o concreto. Sin embargo, las propiedades viscoelásticas de este material lo hacen bastante adaptable para ajustarse con el tiempo a los esfuerzos impuestos por los cambios térmicos. Cuando la instalación se realiza en verano, se deben utilizar longitudes un poco mayores de tubería y se debe tender en forma serpenteada para compensar la contracción de la tubería en el interior (más

frío) de la zanja. Si la instalación se realiza en invierno se puede hacer el tendido con la longitud real de la tubería.

Cuando el relleno es blando o se pone pastoso, como en pantanos o fondos de río, la tubería puede no estar restringida por el relleno para el movimiento causado por la expansión o contracción térmica. Además, las tensiones inducidas en la tubería se transmiten a los extremos de la misma, lo cual puede ocasionar daños en conexiones débiles. Si es posible, se deben instalar anclajes apropiados justo antes de los extremos, para aislar y proteger estas conexiones.

La fuerza inducida por variaciones térmicas es el producto de la tensión en la pared de la tubería y el área transversal de la pared. La longitud de tubería requerida para anclar la línea contra esta fuerza calculada depende de la circunferencia de la tubería, la presión de contacto promedio entre el suelo y la tubería, y el coeficiente de fricción entre el material de relleno y la tubería.

Una vez que la línea se ha instalado y está en servicio, la variación de temperatura generalmente es pequeña, se produce durante un período de tiempo prolongado y no induce ninguna tensión significativa en la tubería.

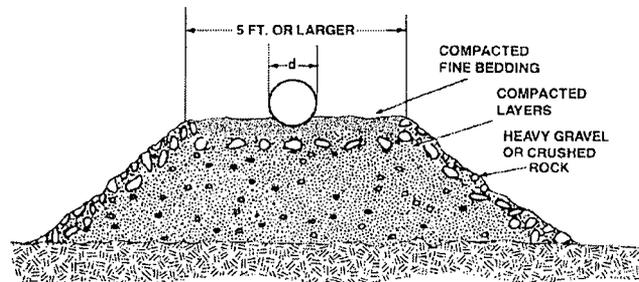
2.6.2 Instalación superficial

Generalmente, las tuberías de HDPE se instalan bajo tierra. Sin embargo, existen situaciones en las cuales la instalación superficial presenta ventajas, como por ejemplo:

- Líneas para la conducción de pulpas o relaves mineros que a menudo son relocalizadas y permiten ser rotadas para distribuir el desgaste en la tubería.
- Condiciones ambientales: la resistencia y flexibilidad de las tuberías de HDPE a menudo permiten instalaciones a través de pantanos o sobre áreas congeladas.
- Instalaciones sobre zonas rocosas o a través del agua resultan a veces los métodos más económicos.

- Su bajo peso y facilidad de montaje permiten una disponibilidad inmediata en instalaciones temporales.

Figura 2.7



Incidencia de los cambios de temperatura en la tubería de HDPE

En el diseño de una instalación superficial se deben considerar los cambios de temperatura tanto internos como externos, pues éstos causan dilatación y contracción en todos los tipos de tuberías.

Cuando se producen grandes cambios de temperatura en cortos períodos de tiempo, el movimiento de la tubería se puede concentrar en una zona y llegar a doblarla. Si el flujo del fluido transportado es continuo, las expansiones y contracciones de la línea serán mínimas una vez que se han establecido las condiciones de operación.

La tubería de HDPE contiene un porcentaje de negro de humo que la protege de los rayos UV, pero el calor que absorbe aumenta la tasa de dilatación y contracción

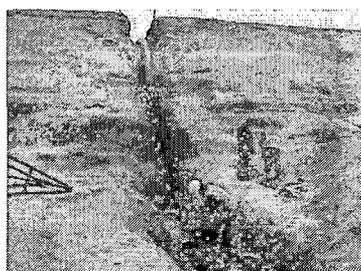
Un método para limitar la dilatación y contracción es anclar adecuadamente la tubería en intervalos determinados a lo largo del tendido.

Cuando ocurra la dilatación, la tubería se deflectará lateralmente, para lo cual debe haber espacio disponible. Al contraerse, tenderá a ponerse

tirante entre los puntos de anclaje; esto no daña a la tubería, pues el HDPE tiene la propiedad de aliviar tensiones y ajustarse con el tiempo.

También se podrá controlar el movimiento debido a la expansión y contracción térmica permitiendo que la tubería se mueva ligeramente entre dos filas de pilones de tierra, donde cada pilón se instala en cada lado de la tubería. Algunas tuberías se pueden instalar en trincheras o zanjas poco profundas para limitar el movimiento. Cuando se requiera instalar en lugares que tengan una inclinación significativa, se recomienda usar anclas de retención o trincheras.

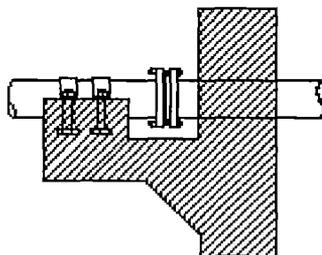
Figura 2.8
Instalación superficial de tuberías HDPE



Instalación de fittings

Cuando las tuberías o conexiones se conectan a estructuras rígidas, se deben prevenir los movimientos o flexiones en el punto de conexión. Para este propósito, se utiliza un relleno bien compactado o un cojinete construido debajo de la tubería o fitting, que debe conectarse a la estructura rígida y prolongarse un diámetro de la tubería, o un mínimo de 30 cm desde la unión flangeada.

Figura 2.9
Instalación de fittings



Se recomienda que los pernos, tanto en conexiones flangeadas como en las abrazaderas de los cojinetes de soporte, se sometan a un reapriete final, luego de la instalación inicial.

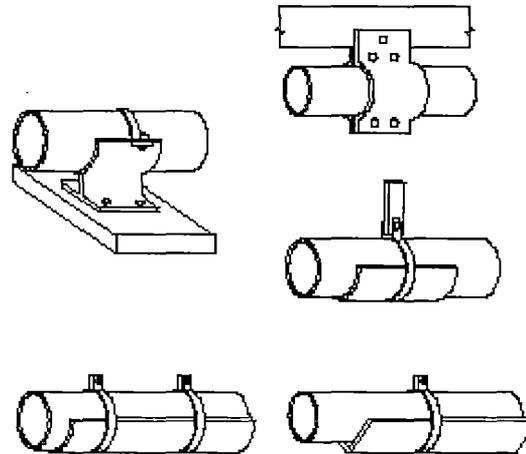
Se debe tener especial cuidado con la compactación realizada alrededor de las conexiones, la que deberá extenderse varios diámetros de tubería más allá de los terminales de las conexiones.

Uso apropiado de los soportes guías

- Si la temperatura o peso de la tubería y el fluido son altos, se recomienda utilizar un soporte continuo (para temperaturas sobre los 60°C).
- El soporte debe ser capaz de restringir los movimientos laterales o longitudinales de la tubería si así es diseñado. Si la línea ha sido diseñada para moverse durante la expansión, los soportes deslizantes deben proporcionar una guía sin restricción en la dirección del movimiento.
- Las líneas que atraviesan puentes pueden necesitar aislamiento para minimizar los movimientos causados por variaciones en la temperatura.
- Los fittings pesados y las conexiones flangeadas deben ser soportados en ambos lados.

Figura 2.10

Ejemplos típicos de soportes de tuberías de HDPE.



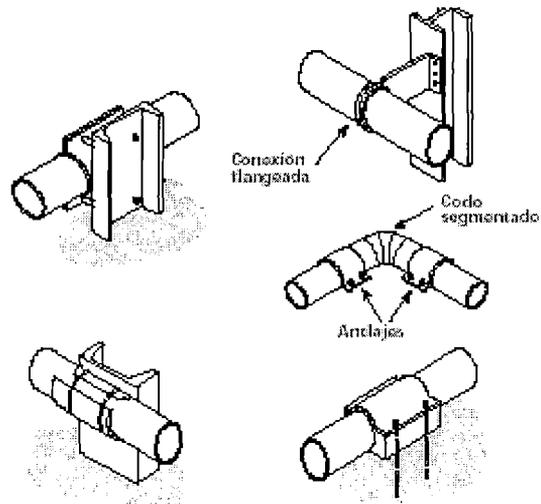
Uso de los soportes anclajes

Para prevenir desplazamientos laterales y movimientos en los fittings se deben utilizar anclajes.

Los anclajes se deben colocar tan cerca de las conexiones como sea posible. Si se requieren conexiones flangeadas, los anclajes se deben unir a los flanges. Sin embargo, no deben producirse flexiones entre la tubería y el flange. Algunos anclajes típicos para tuberías de HDPE se muestran en la figura:

Figura 2.11

Ejemplos de uso adecuado de los soportes anclajes



2.6.3 Instalación de tuberías HDPE bajo el agua

La tubería de HDPE, por sus características de flexibilidad, bajo peso, inertes al agua salada y a productos químicos, capacidad de flotar incluso llena de agua, es apropiada para fondos de arena, lodo, grava y pequeñas rocas, pero requiere de pesas externas (usualmente hormigón armado) para mantenerla en su lugar e impedir que flote o se mueva por las fuerzas hidrodinámicas. También puede colocarse sobre rocas siempre que no esté sobre una punta o un escollo cortante.

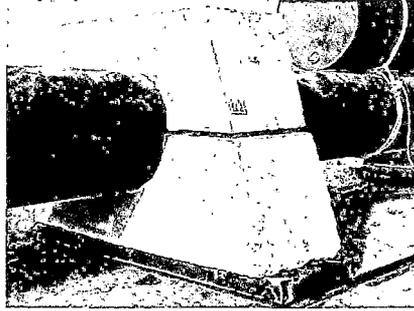
Se recomienda hacer una evaluación para ubicar la ruta de cada línea de tubería submarina, ya que pequeños factores que no aparecen en los mapas pueden causar serios problemas a la tubería y en el caso de emisarios submarinos de HDPE, esta evaluación tiene como propósito adicional obtener la mayor ventaja de la extrema flexibilidad de la tubería para reducir los costos de instalación. Generalmente, es menos costoso evitar obstáculos tales como grandes rocas, arrecifes o áreas problemáticas con escollos y caídas abruptas, en vez de removerlos.

Anclajes y pesos

Ya que las tuberías de HDPE flotan incluso llenas de agua, es necesario colocarles pesos de lastre para hundirlas y contenerlas en el fondo. Los pesos más comunes son de hormigón armado, generalmente redondos, rectangulares o cuadrados y son sujetos fuertemente a la tubería usando pernos no corrosivos, abrazaderas o correas. Es conveniente colocar una protección de goma entre los pesos y la tubería para protegerla y evitar el deslizamiento de los pesos.

Figura 2.12

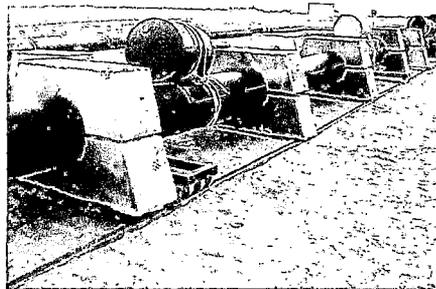
Ejemplo de colocación de anclajes y pesos



Es importante que las distancias entre los lastres no sean muy grandes.

Figura 2.13

Ejemplo de distancia entre los lastres

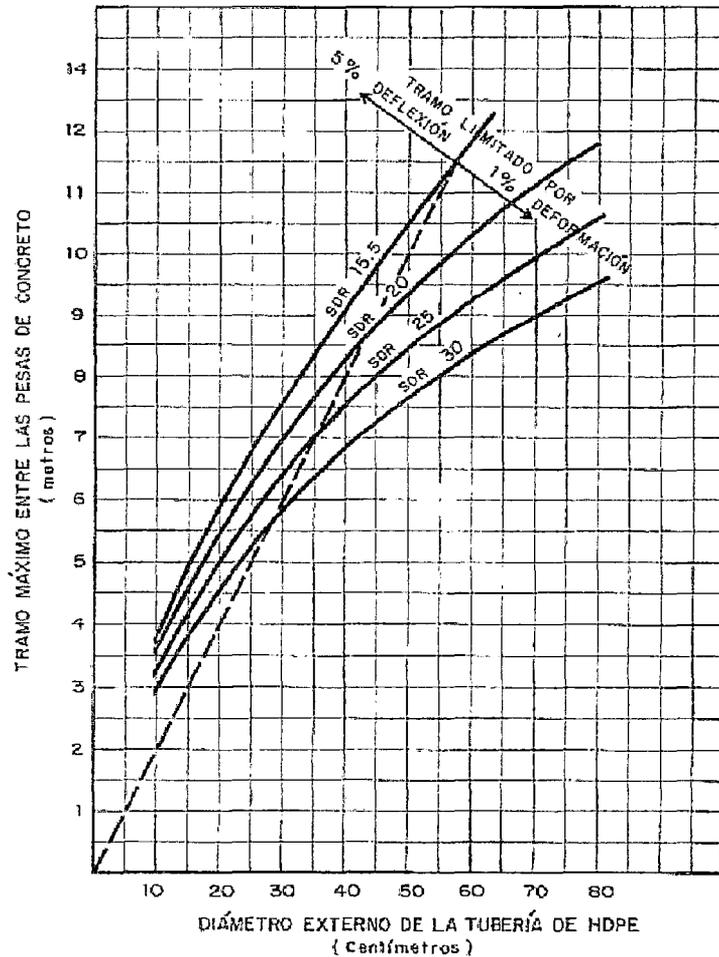


En general, la tubería puede deflectarse entre los pesos, resultando un valor de deformación que está completamente dentro del rango de resistencia de la tubería. Si se produce una corriente, el movimiento de la tubería misma no es dañino.

El cuadro siguiente, tomado del Manual de Instalación de Driscopipe muestra los valores máximos entre lastres para limitar la deflexión a menos de 5% o la deformación a menos de 1%, para diversas dimensiones estándar de tubería de HDPE. Se debe notar que para SDR más pequeñas, aunque el espacio entre lastres puede ser mayor, usualmente no excede de 5 ó 6 metros por razones prácticas de construcción.

Grafico 2.1

Tramo Máximo entre los lastres de concreto para las tuberías submarinas de HDPE¹⁰



Problemas identificados en los procesos de instalación de tuberías

A partir de la evaluación de estos factores, se han identificado los siguientes problemas de la calidad del servicio como son:

- Demoras en el plazo de entrega de las obras. En el desarrollo de los proyectos de instalación y soldadura es consigna dominante terminar la instalación y tendido de la tubería en el plazo fijado por el contrato con el cliente. Cada día de demora acarrea penalidades que pueden llegar a varios

¹⁰ Adaptado del Manual de Instalación de Driscopipe Systems (sin fecha)

miles de soles y los mayores costos y gastos de ejecución de la obra que tenía que ser asumidas por la empresa.

- Este apuro trae como consecuencia una serie de omisiones e irregularidades en la ejecución de la obra que se evidencian en diversas violaciones de procedimientos y estándares internos, que finalmente se manifestaban en fallas en algunos tramos de la tubería instalada al aplicarse las pruebas y ensayos finales.
- Se presentan reclamos por fallas en las tuberías debido a una variedad de causas, entre ellas: soldadura inadecuada, inspección de soldadura inadecuada, bajos niveles de la calidad de la tubería y defectuoso movimiento de tierra para el tendido de las tuberías.
- En algunos casos en lugar de solicitar el replanteo de diseños de tramos problemáticos, la política de los responsables es permitir que se hagan empalmes o cruces especiales de las uniones soldadas para pasar por zonas que presentan dificultades en su geografía.
- En el caso de las tuberías HDPE muchas veces se identifica la presencia de tubería elaborada a partir de material reciclado, contraviniendo las normas técnicas y las exigencias del cliente por utilizar tuberías fabricadas a base de resinas puras.

2.7 Sistema de gestión de calidad

Se define el Sistema de Gestión de la Calidad como “el conjunto de elementos interrelacionados de la organización que trabajan coordinados para establecer y lograr el cumplimiento de la política de calidad y los objetivos de calidad, generando consistentemente productos y servicios que satisfagan las necesidades y expectativas de sus clientes”.

La Organización Internacional de Normalización (ISO) define el Sistema de Gestión de la Calidad - SGC como “aquella parte del sistema de gestión enfocada a dirigir y controlar una organización en relación con la calidad”. Vale decir, es el “Conjunto de la estructura de organización, de responsabilidades, de

procedimientos y de recursos que se establecen para llevar a cabo la gestión de calidad”¹¹

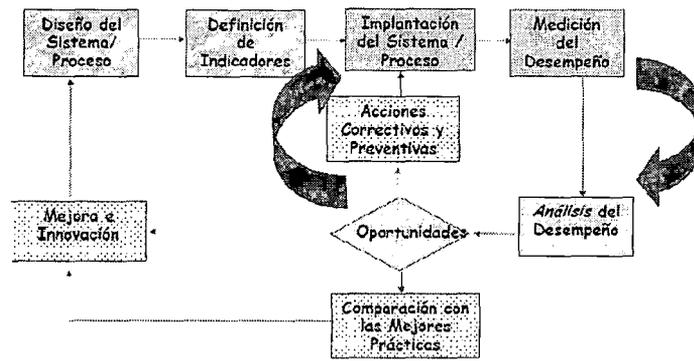
2.7.1 Gestión de la Calidad

Se llama gestión de la calidad a la función general de la empresa que determina y aplica la política de la calidad. Esta gestión incluye planificación, organización y control del desarrollo del sistema y otras actividades relacionadas con la calidad, la implantación de la política de calidad de una empresa requiere un sistema de la calidad, entendiendo como tal el conjunto de estructura, organización, responsabilidades, procesos, procedimientos y recursos que se establecen para llevar a cabo la gestión de la calidad. El sistema de la calidad no deberá extenderse más que a las exigencias para realizar los objetivos de la calidad.

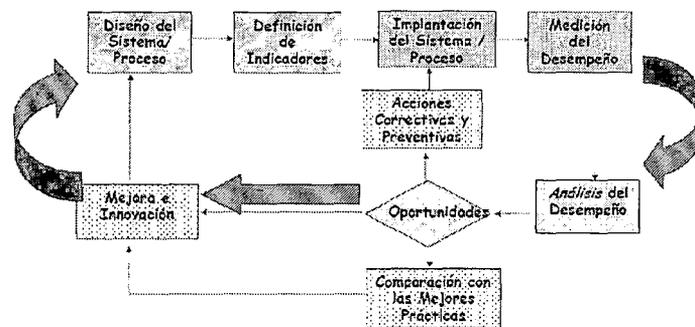
Un modelo interesante para el desarrollo del sistema de calidad, son los ciclos de adecuación y control; mejora continua y el ciclo de innovación, que muestran la dinámica permanente en el diseño e implantación del sistema de calidad. De ellos, se puede concluir que el diseño de un sistema de calidad es un proceso continuo que se sabe cuando se inicia, pero que no tiene fin, puesto que se retroalimenta permanentemente

¹¹ Definición Oficial (ISO 8402-94): Internacional Organization for Standardization

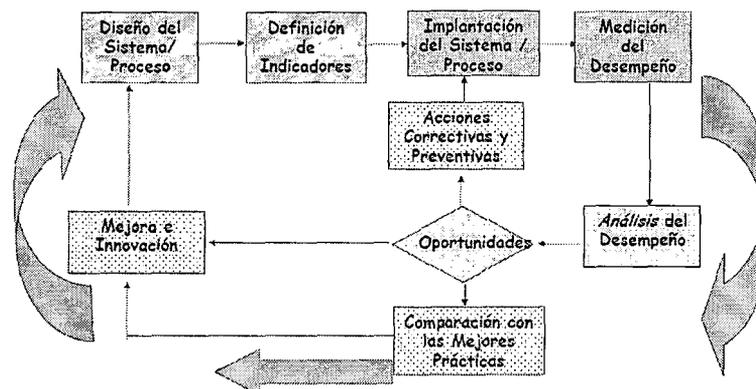
Ciclo de adecuación y control



Ciclo de Mejora Continua



Ciclo de Innovación



La propuesta se caracteriza por trabajar un modelo que permite la interacción entre todos los procesos y niveles de la Empresa. Esta red, conformada por la Política, la Organización, los procesos productivos, los

sistemas de control, utilizan para su análisis y mejoramiento de sus procesos, el ciclo Deming de "Planeación, ejecución, Verificar y Corrección/Prevención (PHVA)", dentro del marco fijado por los principios de la calidad.

2.7.2 Políticas de Calidad de la Empresa

Una "**política de calidad**" incluye las directivas y objetivos generales, en términos de calidad, dispuestos por la administración de una compañía y formalizados en un documento escrito. La política de calidad define las directivas e intereses buscados en términos de satisfacción del beneficiario.

Para mejorar la calidad (eliminando la calidad deficiente y mejorando el proceso de trabajo) es necesario que tanto la Dirección, administración como los empleados de las empresas, reflexionen en conjunto a fin de definir los objetivos alcanzables en términos de calidad que puedan ser aceptados por todos.

2.7.3 Principios de la gestión de la calidad

Los principios de la calidad son los principales inductores para el desarrollo de una cultura de la calidad en las organizaciones. Según ISO, son 8 los principios que gobiernan el sistema de calidad:

Principio 1: Organización Orientada al Cliente

La continuidad de la Empresa depende de la satisfacción y expectativa de sus clientes internos y externos. Por lo tanto deben estar atentos para comprender sus necesidades actuales y futuras, satisfacer sus requisitos y esforzarse en exceder sus expectativas

Principio 2: Liderazgo

Implica ser una empresa competitiva, reconocida por sus clientes por la constante innovación de servicios, procesos y procedimientos y por el trato preferencial que reciben de cada uno de los integrantes.

Principio 3: Participación del Personal

El personal, en todos los niveles, es la esencia de la organización y compromete sus habilidades y competencias al servicio de las necesidades de los clientes.

Principio 4: Enfoque Basado en Procesos

Los procesos constituyen la base para el desarrollo de nuestra organización por tanto las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.

Principio 5: Enfoque de Sistema para la Gestión

La gestión y acción integrada de los procesos como un sistema contribuyen a la eficacia y eficiencia organizacional, para el logro de nuestros objetivos.

Principio 6: Mejora Continua

La mejora continua en el desempeño global de la organización es nuestro objetivo permanente.

Principio 7: Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones

Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información.

Principio 8: Relación mutuamente beneficiosa con el proveedor

Una organización y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor

El modelo adoptado para desarrollar e implementar el Sistema de Gestión de la Calidad comprende las siguientes etapas:

- Determinar las necesidades y expectativas de los clientes y de otras partes interesadas;
- Establecer la política y objetivos de la calidad de la organización.
- Determinar procesos y responsabilidades necesarias para lograr los objetivos de la calidad;

- Determinar y proporcionar los recursos necesarios para lograr los objetivos de la calidad.
- Establecer los métodos para medir la eficacia y eficiencia de cada proceso.
- Aplicar estas medidas para determinar la eficacia y eficiencia de cada proceso.
- Determinar los medios para prevenir no conformidades y eliminar sus causas; Establecer y aplicar un proceso para la mejora continua del SGC.”¹²

2.7.4 Requisitos del cliente

La satisfacción del cliente está relacionada con la calidad del producto o servicio que le brindamos y que se reflejan principalmente en las siguientes características:

- Las características y los requisitos (cumplimiento de la función)
- La entrega a tiempo (satisfacción de tenerlo cuando lo necesita)
- El Precio (satisfacción de poderlo adquirir)

2.7.5 Políticas y objetivos de la Calidad

Según la ISO “la Política de la Calidad, es la expresión formal por la Dirección, de las intenciones globales y orientación de una organización relativa a la calidad. Lo que se ambiciona o pretende en relación con la calidad son los objetivos de la calidad.

La política de la calidad y los objetivos de la calidad determinan los resultados deseados y ayudan a la organización a aplicar sus recursos para alcanzar dichos resultados. El logro de los objetivos de la calidad puede tener un impacto positivo sobre la calidad del producto/servicio, la eficacia operativa y el desempeño financiero y, en consecuencia, sobre la satisfacción y confianza de las partes interesadas”.

¹² Organización Internacional de Normalización (ISO 9001: 2008)

La política de la calidad debe ser una continuidad de las políticas empresariales y refleja el compromiso de la Dirección pues describe su visión global de lo que la calidad significa para la organización y para sus clientes.

2.7.6 Normas y estándares nacionales e internacionales

Una norma es la regla, disposición o criterio que establece una autoridad para regular acciones de los distintos agentes económicos, o bien para regular los procedimientos que se deben seguir para la realización de las tareas asignadas. Se traduce en un enunciado técnico que a través de parámetros cuantitativos y/o cualitativos sirve de guía para la acción.

Las Normas de Calidad tienen por objetivo ayudar y orientar al responsable de una actividad en el diseño del sistema de calidad y brindar herramientas de trabajo de utilidad detectar, evaluar y prevenir las fallas que puedan ocurrir.

La normalización es la actividad que consiste en la elaboración, difusión y aplicación de las normas técnicas, encaminada a establecer las características de calidad que debe reunir un producto, proceso o servicio.

Las Normas Técnicas Peruanas son documentos que establecen las especificaciones de calidad de los productos, procesos y servicios.

Existen también NTP's sobre terminología, métodos de ensayo, muestreo, envase y rotulado que se complementan entre sí. Su aplicación es de carácter voluntario.

Ejemplo de estas normas son:

El Código de Práctica 50-C-Q del IAEA (Organismo Internacional de Energía Atómica).

Las Normas ISO-IRAM-9000 de aplicación en diversas actividades comerciales en el ámbito nacional e internacional

Una gran variedad de normas nacionales e internacionales de aplicación general o de aplicación en una actividad particular para un producto o una parte de un producto.

- Organismos Internacionales de Normalización
- AMN - Asociación Mercosur de Normalización
- ANSI - Instituto Nacional Estadounidense de Estándares
- ASME - American Society of Mechanical Engineers
- CEE - Comisión de reglamentación para equipos eléctricos
- CENELEC - Comité Europeo de Normalización Electrotécnica.
- CEN - Organismo de Estandarización de la Comunidad Europea para normas.
- COPANT - Comisión Panamericana de Normas Técnicas
- ETSI - Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones
- IEC - International Electrotechnical Commission
- IEEE - Institute of Electrical and Electronical Engineers
- IETF - Internet Engineering Task Force
- JCP - The Java Community Process(SM) Program
- ISO - Organización Internacional para la Estandarización
- ITU - Unión Internacional de Telecomunicaciones (engloba CCITT y CCIR)
- W3C - World Wide Web Consortium
- Organismos de las Naciones Unidas: Unesco, OMS, FAO

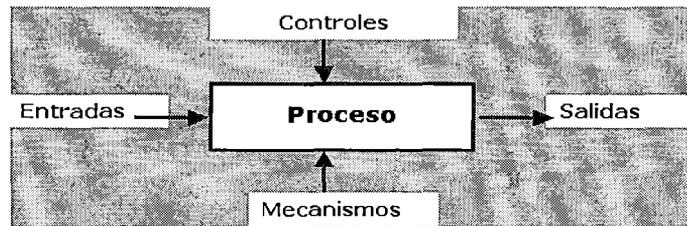
En el **ANEXO C**, se adjuntan las principales normas que rigen los procesos de soldadura e instalación de tuberías HDPE

2.7.7 Definición de Proceso

Se define el Proceso como un conjunto integrado de actividades que emplean recursos. Transforman entradas (insumos) y produce salidas (productos o servicios)

Por proceso entendemos la combinación global de personas, equipo, materiales utilizados, métodos y medio ambiente, que colaboran en la operación. El comportamiento real del proceso -la calidad de la operación y su eficacia productiva- dependen de la forma en que se diseñó y construyó, y de la forma en que es administrado.

Figura 2.14



Fuente: Competitividad; Michael Porter

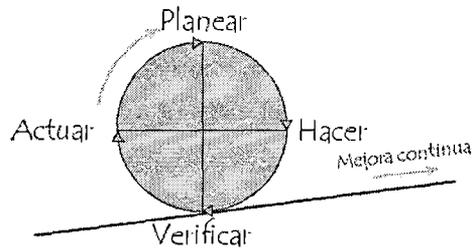
La manera de operacionalizar o llevar a la práctica un proceso es a través de los *Procedimientos* que se definen como el conjunto de actividades cuyo producto crea un valor intrínseco para el cliente. Incluye información detallada de cómo se hace una determinada actividad.

2.7.8 Circulo de Deming

Uno de los principios básicos de la calidad es la prevención y las mejoras continuas. Esto significa que la calidad es un proyecto interminable, cuyo objetivo es detectar disfunciones tan rápido como sea posible después de que ocurran. Así, la calidad puede representarse en un ciclo de acciones correctivas y preventivas llamado "**ciclo de Deming**":

El Ciclo de Deming (modelo PDCA) una metodología recomendada para la realización de cualquier actividad que permite lograr los resultados esperados en forma sistemática, partiendo de información confiable para la toma de decisiones.

FIGURA N° 2.15



Fuente: es.kiokea.net

El Círculo de Deming tiene cuatro fases:

1. Planear (Plan) En esta etapa se deben cumplir cuatro pasos:
 - Definir los objetivos a lograr.
 - Determinación de la situación actual, realizando un diagnóstico y definiendo los problemas a resolver y las áreas de mejora, priorizadas en orden de importancia.
 - Definición de las acciones de mejora, necesarias para pasar de la situación actual a la situación deseada (objetivos definidos).
 - Establecer a través de un plan de trabajo, todos los pasos que deben seguirse para la implementación de las acciones de mejora.
2. Hacer (Do) Esta etapa es la de implementación de la solución definida. Es importante que se efectúe el plan tal como fue diseñado y que se establezcan mecanismos de control, para ir evaluando los progresos y/o corrigiendo las fallas.
3. Verificar (Check) La fase de verificación permite comparar los resultados obtenidos, contra los esperados. La verificación se da en dos momentos: mientras se implementa el proceso y cuando ya se tienen los resultados. La verificación pretende comprobar si lo que se planeó y ejecutó cumplió efectivamente con lo esperado.
4. Actuar (Act) De acuerdo con los resultados de la verificación, se deben ir haciendo los ajustes y replanteando las acciones para lograr los

beneficios esperados. Si los resultados se lograron se debe estandarizar y sistematizar los procedimientos para asegurar el mantenimiento de los resultados.

2.8 Aseguramiento de la Calidad

El aseguramiento de la calidad según la Norma ISO 8402 está definido como “todas las actividades planificadas y sistemáticas implementadas dentro del sistema de calidad y evidenciadas como necesarias para dar adecuada confianza de que una entidad cumplirá los requisitos de calidad”. Esto es el establecimiento de un sistema formal de calidad, prevenir en lugar de detectar y brindar dentro de la organización y a los usuarios la confianza de que continuamente se satisfarán las expectativas operando de una manera eficiente y eficaz.

La implantación del aseguramiento de la calidad no significa que ya no se van a producir no conformidades en lo sucesivo, significa que si se producen no conformidades estas serán detectadas y eliminadas lo antes posible y que se emprenderán acciones correctivas y preventivas para que no vuelvan a aparecer.

Las actividades de aseguramiento de la calidad pertenecen a la fase de información de cómo se está desarrollando la función de calidad, siendo esta información necesaria para:

- Proporcionar confianza de que todo se está cumpliendo de acuerdo con lo establecido.
- Iniciar acciones correctivas cada vez que se detectan alguna inconformidad.
- Evaluar el sistema de la calidad introduciendo las mejoras que lo hagan más eficaz.

*La base de un Sistema de Calidad se compone de dos documentos, denominados **Manuales de Aseguramiento de la Calidad**, que definen por un lado el conjunto de la estructura, responsabilidades, actividades, recursos y procedimientos genéricos que una organización establece para llevar a cabo la gestión de la calidad (Manual de Calidad), y por otro lado, la definición específica*

de todos los procedimientos que aseguren la calidad del producto final (Manual de Procedimientos).

El Manual de Calidad nos dice ¿Qué? y ¿Quién?, y el Manual de Procedimientos, ¿Cómo? y ¿Cuándo? Dentro de la infraestructura del Sistema existe un tercer pilar que es el de los Documentos Operativos, conjunto de documentos que reflejan la actuación diaria de la empresa.

El Manual de calidad, especifica la política de calidad de la empresa y la organización necesaria para conseguir los objetivos de aseguramiento de la calidad de una forma similar en toda la empresa. En él se describen la política de calidad de la empresa, la estructura organizacional, la misión de todo elemento involucrado en el logro de la Calidad, etc. El fin del mismo se puede resumir en varios puntos:

- Única referencia oficial.
- Unifica comportamientos decisionales y operativos.
- Clasifica la estructura de responsabilidades.
- Independiza el resultado de las actividades de la habilidad.
- Es un instrumento para la Formación y la Planificación de la Calidad.
- Es la base de referencia para auditar el Sistema de Calidad.

El Manual de Procedimientos sintetiza de forma clara, precisa y sin ambigüedades los Procedimientos Operativos, donde se refleja de modo detallado la forma de actuación y de responsabilidad de todo miembro de la organización dentro del marco del Sistema de Calidad de la empresa y dependiendo del grado de involucración en la consecución de la Calidad del producto final.

2.8.1 Mapa del Proceso Empresarial

Un Mapa de Procesos, es la representación gráfica que define y refleja la estructura y relación de los diferentes procesos organizacionales.

La interacción entre los diferentes procesos de la empresa permite obtener la información necesaria para evaluar aquellas actividades que sean críticos desde el punto de vista del sistema de gestión de la calidad.

2.8.2 Organización para la Calidad

Establecer un procedimiento de calidad es un proyecto empresarial global que requiere la participación de todos los empleados. Por lo tanto, es necesario definir una "organización de calidad" que concuerde y se articule con la organización existente.

Se debe designar a un administrador de calidad (a veces denominado asesor de calidad o director de calidad según el tamaño de la empresa). Éste administrará las acciones de calidad que se implementen en la empresa. Según el tamaño de la organización, es posible que un equipo denominado unidad de calidad (o departamento de calidad) colabore con el administrador de calidad. El procedimiento de calidad no debe ser responsabilidad únicamente del administrador de calidad y de su unidad sino un esfuerzo de equipo.

Se debe crear un comité de calidad dirigido por la administración que incluya tanto al administrador de calidad como a los directores de la compañía, de modo que se puedan dar a conocer los resultados en términos de calidad y para que la compañía se aboque completamente al mejoramiento de estos resultados. El comité de calidad debe estar estructurado de manera inteligente junto con el comité de administración para asegurarse de que las decisiones importantes no se tomen solamente en las reuniones del comité de administración.

Cada departamento u oficina es responsable de la implementación de las directivas de calidad en su nivel. Con la participación del administrador de calidad, idealmente se nombrará a un corresponsal de calidad en cada uno de estos niveles, de modo que se muestre un compromiso profundo con el departamento de calidad de la compañía.

2.8.3 Características del Sistema de Aseguramiento de Calidad

El método más aceptado por las empresas alrededor del mundo hoy en día, es el sistema de aseguramiento de calidad.

El sistema de aseguramiento de calidad, permite manejar un mismo lenguaje metodológico y es aplicable a cualquier tipo de empresa, con el único requisito de adecuarlo a los conceptos y terminología propios de cada actividad.

Elementos de un sistema de aseguramiento de calidad: relación cliente proveedor

- Revisión del contrato.
 - Registro de las Especificaciones técnicas y operativas del proceso.
 - Control de insumos para el Proceso
 - Evaluación de la capacitación y experiencia técnica del proveedor.
 - Procedimientos operativos para la ejecución del proceso.
 - Inspección y prueba del proceso o servicio.
 - Sistema documental.
-
- **Control de calidad de los Insumos**

El control de la calidad de los insumos tiene el propósito de asegurar que los bienes o servicios que son propiedad del cliente o que son suministrados por él para incorporarse a los servicios o procesos del cliente, se manejen con base en un acuerdo previo de las condiciones de recepción, manipulación y aprovechamiento óptimo. De esa manera se garantiza para ambas partes que no habrá desorden, desperdicio, pérdidas innecesarias, negligencia o desinformación respecto del manejo de los bienes o servicios que se están entregando al proveedor.

- **Control de Recepción**

El control de recepción de los lotes de tuberías, sea en planta o en obra del proyecto, se realiza de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- Cuando las tuberías HDPE son embarcadas al sitio de la obra es importante que se revise al llegar que las cantidades anotadas en la remisión coincidan con las tuberías entregadas.
- Se verifica que todos los tubos lleven su empaque (cuando sea requerido) y que las tuberías así como sus componentes se encuentren sin daños probables ocasionados por el transporte. Cualquier discrepancia o daño debe de ser anotado en el recibo de entrega y notificado al proveedor.
- Se verifica y revisa los certificados de calidad emitidos por el proveedor.
- La mayoría de las entregas llegan en camiones de plataforma abierta. Sin embargo, para la tubería de 1500 mm (60") y algunas entregas especiales los remolques de plataforma baja pueden ser una opción; en cualquiera de los casos el contratista debe descargar la tubería ya sea manualmente (4"-18") o con maquinaria (24"- 60") haciendo uso de bandas de nylon de 3" o estobos de plástico, el uso de cualquier material metálico como cadenas o cables de acero no se recomienda ya que pueden dañar la tubería.
- Para evitar daños, no se debe dejar caer la tubería. Adicionalmente, las cintas o bandas de amarre no deben ser removidas hasta que la tubería haya sido asegurada para prevenir el deslizamiento o caída de la misma.
- Almacenar la tubería tan cerca como sea posible de su localización final, pero lejos del tráfico y actividades de construcción. La tubería debe ser almacenada en un terreno plano y en caso de que se desee apilar, se debe bloquear a dos metros de cada extremo en ambos lados de la pila para evitar deslizamientos, además las pilas deberían

ser en forma de pirámide de 6.00 ml de ancho por 1.80 ml de alto máximo.

- En instalaciones de ductos, cada tubo debe tener un número de identificación única. La empresa, como responsable de la construcción del ducto debería mantener una bitácora donde anote la identificación única de cada tubo a lo largo del ducto. Esta bitácora se llama el “paybook” en la industria. Fundamentalmente es posible trazar la historia de cada tubo en el ducto por medio del paybook,, que permitiría una mejor evaluación del rendimiento a los clientes.

- **Control de Procesos**

Un sistema de control del proceso puede definirse como un sistema de realimentación de la información en el que hay 4 elementos fundamentales:

Proceso

Tal como lo definimos en el punto 2.7.7, por proceso entendemos la combinación global de personas, equipo, materiales utilizados, métodos y medio ambiente, que colaboran en la operación.

El comportamiento real del proceso – la calidad de la operación y su eficacia operativa - dependen de la forma en que se diseñó y construyó, y de la forma en que es administrado. El sistema de control del proceso sólo es útil si contribuye a mejorar dicho comportamiento.

Información sobre el Comportamiento

El proceso operativo, incluye no solo los productos producidos, sino también los “estados” intermedios que definen el estado operativo del proceso tales como temperaturas, duración de los ciclos, etc. Si esta información se recopila e interpreta correctamente, podrá indicar si son necesarias medidas para corregir el proceso o la producción que se acaba de

obtener. No obstante, si no se toman las medidas adecuadas y oportunas, todo el trabajo de recogida de información será un trabajo perdido.

Actuación sobre el Proceso

Las actuaciones sobre el proceso están orientadas al futuro, ya que se toman en caso necesario para impedir que éste se deteriore. Estas medidas pueden consistir en la modificación de las operaciones (por ejemplo, instrucciones de operarios, cambios en los materiales de entrada, etc.) o en los elementos básicos del proceso mismo (por ejemplo, el equipo – que puede necesitar mantenimiento, o el diseño del proceso en su conjunto - que puede ser sensible a los cambios de temperatura o de humedad del taller). Debe llevarse un control sobre el efecto de estas medidas, realizándose ulteriores análisis y tomando las medidas que se estimen necesarias.

Actuación sobre la operación

Las actuaciones sobre la operación, están orientadas al pasado, porque la misma implica la detección de productos o resultados ya producidos que no se ajustan a las especificaciones.

Si los productos fabricados y/o servicios prestados no satisfacen las especificaciones, será necesario clasificarlos y retirar o reprocesar aquellos no conformes con las especificaciones.

Este procedimiento deberá continuar hasta haberse tomado las medidas correctivas necesarias sobre el proceso y haberse verificado las mismas, o hasta que se modifiquen las especificaciones del producto. Es obvio que la inspección seguida por la actuación únicamente sobre la operación es un pobre sustituto de un rendimiento eficaz del proceso desde el comienzo.

El Control del Proceso centra la atención en la recogida y análisis de información sobre el proceso, a fin de que puedan tomarse medidas para perfeccionar el mismo. Hay dos formas diferentes de diseño y análisis de sistemas de control que utilizan herramientas estadísticas:

- Control Estadístico de Proceso (CEP).
- Control adaptativo, que utiliza lazos de retroalimentación para predecir futuros valores de las variables de proceso. Este control dice cuando hay que corregir para mantener a las variables con oscilaciones mínimas alrededor de los valores objetivos y está basado en el Análisis de series Temporales (Box-Jenkins).

Control del Proceso de Soldadura

El sistema de uniones fijas se basa en el proceso de termofusión y consiste básicamente en someter los materiales que hay que unir a una determinada temperatura y por un tiempo tal, que los materiales entren en fusión. Luego se unen las superficies fundidas bajo cierta presión, ocasionando la interacción de las masas fundidas que, al enfriar, forman un cuerpo único que mantiene las mismas propiedades y características de los materiales originales.

Son varios los métodos que se emplean para soldar tubos de Polietileno, tales como; soldadura de tope por fusión, fusión por encaste, fusión por montura, Electrofusión (encaste y montura), soldadura por fricción, soldadura de extrusión.

Actualmente no hay establecidos ensayos no destructivos capaces de probar una correlación con el comportamiento a largo plazo de las uniones soldadas. Por lo tanto, el garantizar la calidad de la soldadura tiene que concentrarse en la verificación del proceso de soldar (valores o parámetros de las uniones)

La soldadura por termofusión a tope, es la forma más tradicional para unir tuberías. Ofrece facilidad de ejecución, seguridad y bajo costo Es

el procedimiento más tradicional y utilizado, siendo aplicado más comúnmente en tuberías y fittings de más de 63 mm de diámetro y de la misma Clase o SDR (relación diámetro externo/espesor). No debe emplearse para unir tuberías o fittings de diferentes espesores.

Este sistema es reconocido en la industria como un sistema de unión de gran confiabilidad. No se producen filtraciones y las uniones son más resistentes que la tubería misma.

La técnica de soldadura de Termofusión es la siguiente:

1. Rectificar cuidadosamente los extremos de los tubos.
2. Calentamiento hasta el punto de fusión de ambos extremos de los tubos, se recomienda 200 – 220° C.
3. Unión por presión, se recomienda 1-2 Kg/cm².

El tiempo de calentamiento, la temperatura y la presión son ajustadas de tal manera de mantener las propiedades físicas originales del material, la temperatura y presión deben ser cuidadosamente chequeadas y adaptadas a la materia prima a soldar, al diámetro del tubo y al espesor del mismo.

En el caso de la Electrofusión, En la soldadura por electrofusión se utilizan fittings especiales provistos internamente de una resistencia eléctrica en espiral, cuyas extremidades son conectadas a terminales (plug's) que se localizan en la parte externa de la pieza.

Una fuente de corriente alterna es conectada a los terminales y se aplica una descarga eléctrica de intensidad y tiempo controlados, a través de la resistencia eléctrica, haciendo que, por efecto Joule, la superficie interna de la conexión y la externa de la tubería se fundan. De esta manera las masas interactúan, y con el cesar de la corriente eléctrica se enfrían naturalmente, formando un cuerpo único.

Es una soldadura muy eficaz y segura, prácticamente independiente del soldador, pero bastante dependiente de la limpieza de la conexión y la tubería, de la calidad de la conexión y de la fuente de corriente alterna.

Adicionalmente, los fittings de electrofusión tienen indicadores de fusión que permiten tener otro indicador de una correcta fusión. La soldadura por electrofusión ha logrado mucha aceptación para tuberías de gas, especialmente en Europa. Hoy día se dispone de sistemas bastante sofisticados, donde las conexiones poseen códigos de barras que son leídos por el equipo de soldadura, autoprogramándose para la intensidad de corriente y tiempo respectivos para una determinada pieza, disminuyendo prácticamente a cero la posibilidad de error en los parámetros de la soldadura. Los accesorios alcanzan hasta un diámetro de DN 500 mm. Por sobre esta medida, los tubos se sueldan a tope o se sueldan adaptadores de brida al tubo.

Control del Proceso de Instalación de Tuberías HDPE

El manejo e instalación de las tuberías de HDPE se deben realizar con el cuidado necesario para prevenir daños que puedan ocasionar abrasiones, cortes, fisuras, perforaciones, etc.

Toda tubería debe ser examinada cuidadosamente antes de la instalación, retirando aquellas que estén dañadas. Las tuberías cuyo daño resulte en la reducción del espesor de pared de aproximadamente 10% deben ser cortadas, pues esto puede perjudicar el servicio a largo plazo. Las rayas o rasguños menores no tienen efectos adversos en el servicio de la tubería.

Las tuberías dañadas se pueden reparar por cualquiera de los métodos de unión discutidos anteriormente. Es aconsejable utilizar soldadura a tope para todas las aplicaciones donde las condiciones lo permitan.

Normalmente, los pliegues no perjudican el buen servicio en aplicaciones de baja presión; sin embargo, para aplicaciones a altas presiones, los pliegues deben ser cortados para luego unir nuevamente la tubería.

La ovalización debido al exceso de carga durante el transporte o almacenamiento no impedirá un buen servicio de la tubería. La tubería no debe considerarse como dañada a menos que las abrazaderas de la máquina soldadora no sean capaces de redondear la sección para una buena unión por termofusión.

Por otro lado debido a las características de fluencia del HDPE, en ocasiones se han obtenido resultados confusos, que pueden ser debidos a los siguientes factores:

- Longitud de la zona probada excesiva
- Diámetro de la tubería elevado
- Cambio de temperatura
- Movimiento relativo de los accesorios mecánicos
- Deficiencia de la compactación del lecho y laterales de la tubería
- Presencia de aire en la tubería
- Porcentaje inadecuado de la presión de prueba
- Poca exactitud de los aparatos de control

Ante la variedad de factores, el control del proceso de instalación de la tubería de HDPE requiere una cuidadosa atención e interpretación de los resultados. Para tal efecto es recomendable, entre otras pruebas, probar hidráulicamente longitudes apropiadas según diámetro y condiciones de emplazamiento en obra y como máximo tramos de 800 m.

El detalle para el control de procesos se desarrolla en el capítulo de Resultados, referidos al Control de Procesos.

III. METODOLOGIA

La investigación desarrollada tiene básicamente dos etapas:

PRIMERA ETAPA DE LA INVESTIGACIÓN: El objetivo de esta etapa ha sido reconocer los procesos operativos, que actualmente se desarrollan en las pequeñas empresas de servicios de soldadura e instalación de tuberías de HDPE.

Específicamente, esta etapa dirigida a determinar los siguientes aspectos del presente trabajo:

- 1- Los principales procesos operativos de las empresas
- 2- Las principales fortalezas y debilidades de sus sistemas de calidad.
- 3- Los problemas de calidad identificados en que enfrentan sus sistemas operativos

El primer paso realizado fue la identificación del universo de pequeñas empresas que brindan el mencionado servicio en el país, dadas las características de informalidad en el medio, se delimitó el universo a las empresas formales, es decir aquellas que se encuentran debidamente registradas. Para tal efecto, se recurrieron a los registros del Ministerio de la Producción y la Sociedad Nacional de Industrias – SNI

De acuerdo con el registro de la Sociedad Nacional de Industrias¹³, la población de pequeñas empresas formalizadas, que se dedican a brindar servicios de soldadura e instalación de tuberías de HDPE es de 40 empresas. Debido a que no podemos aplicar las encuestas a toda la población existente, por limitaciones de tiempo y recursos, se ha considerado la necesidad de tomar una muestra representativa y para determinar el tamaño de la muestra, se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 p \times q}{d^2 (N - 1) + Z_{\alpha}^2 p \times q}$$

Donde:

N = Total de la población que es de 40 empresas que brindan los servicios.

¹³ Anuario Estadístico 2008 - SNI

$Z\alpha = 1.96$ debido a que se tuvo una confianza del 95%. La cual se obtuvo de tablas de probabilidad.¹⁴

$d =$ Error (Se asignó un 15%).

A partir de una encuesta piloto aplicada aleatoriamente a 5 representantes de las empresas, se determinó la proporción mediante la pregunta ¿Es satisfactoria la calidad de los procesos de soldadura e instalación de tuberías HDPE para las necesidades y exigencias de calidad de sus clientes? El 80% contestó No, por lo que:

$p =$ la proporción esperada (en este caso 80% = 0.8)

$q = 1 - p$ (en este caso $1 - 0.80 = 0.2$)

Aplicando la fórmula obtuvimos el tamaño de la muestra

$$n = \frac{40 \times 1.96^2 \times 0.8 \times 0.2}{0.15^2 \times 39 + 1.96^2 \times 0.8 \times 0.2} = 16$$

Para la selección de las empresas representativas para la muestra, se consideraron los siguientes criterios:

1. Que las empresas deseen participar activamente en el estudio y brinden las facilidades correspondientes.
2. Que brinden los productos o servicios materia de la investigación con la antigüedad necesaria y el referencial de su vigencia en el mercado o antigüedad.
3. De cada una de las empresas muestra, se consideró necesario la participación en las entrevistas a profundidad del gerente general, el responsable de operaciones o gerente de operaciones, el responsable de control de calidad y personal supervisor y operativo de 6 empresas de la muestra que facilitaron el acceso para el desarrollo del presente trabajo.
4. Para el desarrollo de los Focus Group se cursaron invitaciones a dos representantes, como mínimo, de cada una de las empresas seleccionadas. haciendo un total de 32 participantes de este proceso.

¹⁴ Walpole & Myers, Opus Cit.

Para el relevamiento de la información se utilizaron como herramientas: cuestionarios, entrevistas a profundidad, y Focus Group.

Aplicación de las Herramientas de Exploración y relevamiento de información

La aplicación de los cuestionarios para el relevamiento de la información, se organizó en dos grandes áreas o campos de exploración. La primera área, estuvo dirigida a identificar los principales servicios o productos que brindan actualmente las empresas así como los principales procesos operativos que para tal efecto realizan y se aplicó preguntas del tipo abiertas dadas las características de la información a relevar

Para el diseño del cuestionario se consideraron dos componentes, el primero dirigido a identificar los productos y/o servicios que brinda la empresa a fin de evaluar su nivel de especialización e integración vertical y el segundo componente estuvo dirigido a identificar y precisar los procesos que desarrollan las empresas para lograr el producto y/o servicio.

Se aplicó el cuestionario al directriz, técnico y supervisor operativo de las empresas muestra, habiéndose obtenido respuestas de 15 empresas del total de encuestados.

**Cuestionario Aplicado a los Directivos, Funcionarios y Personal de Empresas
que brindan servicios de Soldadura e Instalación de Tuberías**

A) Identificación de sus principales productos o servicios y procesos operativos:

INSTRUCCIONES: Enumere los productos y/o servicios que brinda su empresa.

En el cuadro correspondiente a la identificación de los procesos y actividades, elabore la lista de procesos y actividades operativas que realiza su empresa para obtener sus productos.

En el recuadro que corresponde a la descripción de actividades, para cada una de las actividades identificadas conteste cada recuadro en “como lo hace” tendiendo en consideración las funciones y tareas que realiza rutinariamente o con cierta periodicidad, en el recuadro de “como lo hace”, identifique los métodos, equipos y procedimientos que se requieren para el desarrollo de las actividades y finalmente en el ítem señalado “para que lo hace”, describa los resultados a lograr con cada uno de los resultados. En caso requiera de mayor espacio puede utilizar y anexar hojas adicionales que necesita. No deje alguna pregunta sin contestar.

Agradecemos de antemano su sinceridad, tiempo y colaboración en la contestación del presente cuestionario.

A.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS Y/O SERVICIOS

¿Cuales son los principales productos o servicios que brinda su empresa?:

- A.
- B.
- C.
- D.

A.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES PROCESOS

¿Cuáles son los **procesos y/o actividades operativas** más importantes que realiza para brindar sus productos y servicios?

- A.
- B.
- C.

Descripción de sus principales actividades:

- A.
- B.
- C.
- D.
- E.

La segunda área o ampo de exploración del cuestionario, estuvo dirigida a relevar información referente al sistema de calidad aplicado en la empresa. Para tal efecto, se elaboraron las preguntas teniendo como criterio básico los ocho principios generalmente aceptados para los sistemas de calidad.

Para determinar el número de preguntas para cada principio, determinamos factores y asignamos un peso a cada factor, en base a las prioridades de los principios para el estudio y a partir de ella se determinaron el número de preguntas por factor. Los factores seleccionados y los pesos asignados se muestran en la tabla siguiente.

TABLA N° 3.1

Asignación de número de preguntas para cada principio de calidad

Principio de calidad	Factor	Ponderación	Número de preguntas
Organización orientada al cliente	Atención al cliente	12.50%	5
Liderazgo	Capacitación y Motivación	5.00%	2
Participación de personal	Trabajo en equipo	10.00%	4
Enfoque basado en procesos	Identificación de los Procesos	22.50%	9
Sistema para la gestión	Métodos de trabajo	17.50%	7
Mejora continua	Tecnología y equipamiento	5.00%	2
Toma de decisiones	Análisis de información	10.00%	4
Relaciones con proveedores	Integración de la cadena de suministro	17.50%	7
	Total		40

Para las preguntas del cuestionario cerrado se propusieron 4 tipos de respuestas, y su significado se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N° 3.2
Asignación de calificación

Letra	Interpretación
A	Siempre
B	Casi siempre
C	A veces
D	Nunca

B).- Identificación de los sistemas de calidad

INSTRUCCIONES: Marque con una "X" el cuadro correspondiente, conteste cada pregunta según considere su respuesta: No deje alguna pregunta sin contestar. IMPORTANTE: Las respuestas deberán ser referentes únicamente al área en la que usted labora y no a la empresa en general.

Agradecemos de antemano su sinceridad, tiempo y colaboración en la contestación del presente cuestionario.

Respuesta	Interpretación
A	Siempre
B	Casi siempre
C	A veces
D	Nunca

Organización orientada al cliente	A	B	C	D
¿Considera que su organización satisface las necesidades de su cliente?				
¿Considera que se analizan adecuadamente las especificaciones técnicas y requerimientos de su cliente así como las necesidades potenciales presentes y futuras del cliente?				
¿Existen métodos adecuados para atender la demanda de los clientes?				
¿Se cuenta con un proceso para identificar las necesidades de sus clientes?				
¿Considera que se mejoran los servicios al cliente, adaptándose a sus necesidades?				

Liderazgo	A	B	C	D
¿El líder o supervisor tiene los suficientes conocimientos técnicos y la experiencia para dirigir los servicios?				
¿El líder es creativo, esforzado y toma decisiones acertadamente?				

Participación de personal	A	B	C	D
¿El personal conoce y entiende las tareas a desarrollar, los objetivos a lograr, su propia autoridad y responsabilidad?				
¿Se le ha dado importancia al programa de capacitación y motivación del personal?				
¿El personal toma iniciativa para cumplir los objetivos de la organización?				
¿Existe una evaluación de las actividades de cada empleado?				

Enfoque basado en procesos	A	B	C	D
¿Se cuentan con especificaciones técnicas que cubren la adquisición de las tuberías y accesorios de polietileno de alta densidad?				
¿Dispone la empresa de un Manual de Operaciones y Especificaciones de calidad para los Procesos que generan el producto o servicio?				
¿Se verifica que las tuberías de HDPE que se adquieren satisfacen las especificaciones estándar de las normas internacionales?				
¿En el proceso de recepción de las tuberías de HDPE, se aseguran que el fabricante realiza todas las pruebas exigidas por la norma?				
¿El proveedor garantiza el total suministro por un período no menor de 12 meses a partir de la puesta en operación del suministro?				
¿Las normas y estándares que norman los procesos de soldadura son aplicados en su empresa?				
¿Las normas y estándares que norman los procesos de Instalación de tuberías HDPE son aplicados en su empresa?				
¿Están claramente definidas las especificaciones y normas técnicas de los procesos?				
¿Están definidos los procedimientos operativos y/o están regulados y especificados los parámetros de operación de los equipos y accesorios?				

Sistema para la gestión	A	B	C	D
¿Las políticas de calidad de la empresa son difundidas y comunicadas al personal oportunamente?				
¿Los manuales de procedimientos operativos son actualizados permanentemente?				
¿Los métodos y procedimientos para el mantenimiento de los equipos se actualizan permanentemente?				
¿Las normas y estándares internacionales y/o nacionales que regulan la actividad operativa se adecua a la realidad de la empresa?				
¿La programación del alistamiento de los equipos, accesorios y herramientas se cumple según el cronograma establecido por la empresa?				
¿Las deficiencias y fallas de los equipos, accesorios y herramientas son identificadas y comunicadas a las fuentes apropiadas para su correspondiente acción?				
¿Las deficiencias y fallas de los equipos, accesorios y herramientas son identificadas y corregidas teniendo en cuenta el alcance establecido por la empresa?				

Mejora continua	A	B	C	D
¿Se pueden realizar cambios dentro del área para mejorar la coordinación de actividades?				
¿Se monitorea la respuesta y la opinión del cliente al proporcionar el servicio?				

Toma de decisiones	A	B	C	D
¿Los directivos de la organización consideran su opinión en la toma de decisiones?				
¿Para la realización de sus funciones y para la toma de decisiones, considera datos históricos y conclusiones de su propia experiencia?				
¿Propone estrategias de mejora cuando se necesita?				
¿Las decisiones que se llevan a cabo cumplen con las expectativas de los objetivos y de las necesidades de la organización?				

Relaciones con proveedores	A	B	C	D
¿Considera que en la organización existe un proceso identificado para evaluar continuamente a los proveedores?				
¿Considera que la comunicación de la organización con los proveedores es adecuada?				
¿Considera que los servicios de los proveedores tienen calidad requerida?				
¿Existe alguna forma de evaluar a los proveedores adecuadamente?				
¿La información proporcionada de los proveedores es concisa y precisa?				
¿Considera que la forma de calificar a los proveedores es la adecuada en la organización?				
¿Ha tenido problemas con los proveedores debido a la comunicación?				

Luego de la aplicación de los cuestionarios se realizaron **entrevistas a profundidad** con los principales responsables de las Empresas. Para tal efecto, se entrevistaron a 6 gerentes generales, 7 gerentes de operaciones y 4 jefes de control de calidad, de las 7 empresas más representativas de la muestra, a fin de homogenizar y estandarizar los conceptos y términos definidos en el cuestionario así como ampliar “in situ” el relevamiento de la información identificando los principales problemas que enfrentan en sus proceso de soldadura e instalación de tuberías de HDPE.

Las entrevistas han sido de carácter estructurado en base al cuestionario aplicado, lo que nos ha permitido ajustar las preguntas y la modalidad de consulta.

LA SEGUNDA ETAPA DE LA INVESTIGACIÓN: Para este propósito se ha realizado la revisión de las normas y estándares internacionales vinculados a los procesos de operación de soldadura e instalación de tuberías de HDPE, que han sido expuestos en el marco teórico.

A partir de la información se ha elaborado una guía práctica para el aseguramiento de la calidad en las operaciones de soldadura e instalación de tuberías de HDPE, a fin de que puedan disponer de una herramienta adecuada que les permita mejorar la calidad de sus servicios.

Para tal efecto, se utilizó como herramienta la técnica del Focus Group, en la cual participaron 16 funcionarios de las empresas muestra entre gerentes generales, jefe o gerente de operaciones y jefes de control de calidad.

En total se realizaron 2 dinámicas de grupo. La primera, permitió el desarrollo del “esquema constructivo de los procesos” con el fin de modelar adecuadamente los conceptos (i) Entradas (ii) Transformación y (iii) Salidas o productos, para lo cual se ha utilizado la metodología de “esquema de un proceso constructivo IDEF 0”¹⁵

En general esta metodología consiste en desarrollar un diagrama de bloques en la cual, en la caja central o cuadro principal se muestran las actividades de transformación. Alrededor de esta caja central, se muestran todos los elementos de entrada clasificadas por su tipo en lo siguiente:

- Controles.- que se sitúan generalmente en la parte superior de la caja. Son las directrices que conducen las actividades de transformación

¹⁵ INTEGRATION DEFINITION FOR FUNCTION MODELING (IDEF0); Federal Information Processing Standards Publications; Processing Standards Publication 183, December 21, 1993

- Insumos.- En la parte izquierda de la caja. Son los componentes que serán transformados para obtener o acoplar las partes que integran el sistema. Generalmente los insumos forman parte permanente del sistema terminado. También en esta clasificación se encuentran los planos y diagramas, que mediante un proceso cognitivo de interpretación, son transformados por el personal que dirige el proceso, en instrucciones para el personal operario.
- Mecanismos.- En la parte inferior de la caja. Son recursos que permiten la realización de las actividades de transformación y que no forman parte del producto terminado.
- Para asegurar si el producto resultante cumplirá con las características especificadas, se llevan a cabo actividades de inspección y medición a los insumos, antes y durante las diferentes etapas de transformación, para rechazar los insumos defectuosos y/o corregir las actividades en caso de desviaciones, evitando o minimizando el rechazo de insumos erróneamente transformados, antes que tener que rechazar el producto terminado. No obstante existen procesos denominados “especiales”, que contienen actividades que se desarrollan de tal manera que impiden que el producto pueda ser totalmente inspeccionado o medido durante el desarrollo de tales actividades. En estos casos para evitar costosos rechazos de productos terminados, se implementan otro tipo de procesos, los de “validación” de las entradas del tipo mecanismos y del tipo insumos, y no forman parte del proceso de soldadura.

Asimismo, se identificó la cadena de valor del proceso de instalación de las tuberías, y finalmente el Mapa de procesos de las empresas del Sector.

La segunda dinámica de grupo estuvo orientada en principio a identificar las normas y estándares que gobiernan las actividades de los procesos y luego logara su adecuación de acuerdo con las capacidades y posibilidad des de cada una de la pequeñas empresas dedicadas a brindar los servicios.

IV. RESULTADOS

4.1 Resultados de la Primera Etapa

Los resultados del relevamiento de información, muestran que para los dos ámbitos de exploración, permitieron identificar las siguientes áreas de oportunidad:

a). Identificación de los principales servicios que se ofertan en el mercado:

TABLA N° 4.1
Principales productos y/o servicios ofertados

Productos y/o Servicios	Porcentaje de Empresas dedicadas
Servicio de instalación y soldadura de tuberías de HDPE	100%
Servicios de Soldadura en campo de tuberías de HDPE	100%
Asesoría para la elaboración del expediente técnico de obra para la instalación de tuberías de HDPE	80%
Fabricación de fittings y accesorios de HDPE	60%
Otros servicios (alquiler de equipos, reparación y mantenimiento, representaciones para la venta de tuberías de HDPE, etc)	50%

b). Identificación de los principales procesos:

De la aplicación del cuestionario y las entrevistas realizadas se identificaron los siguientes procesos:

TABLA N° 4.2.
Resultados de encuestas: Principales procesos operativos identificados

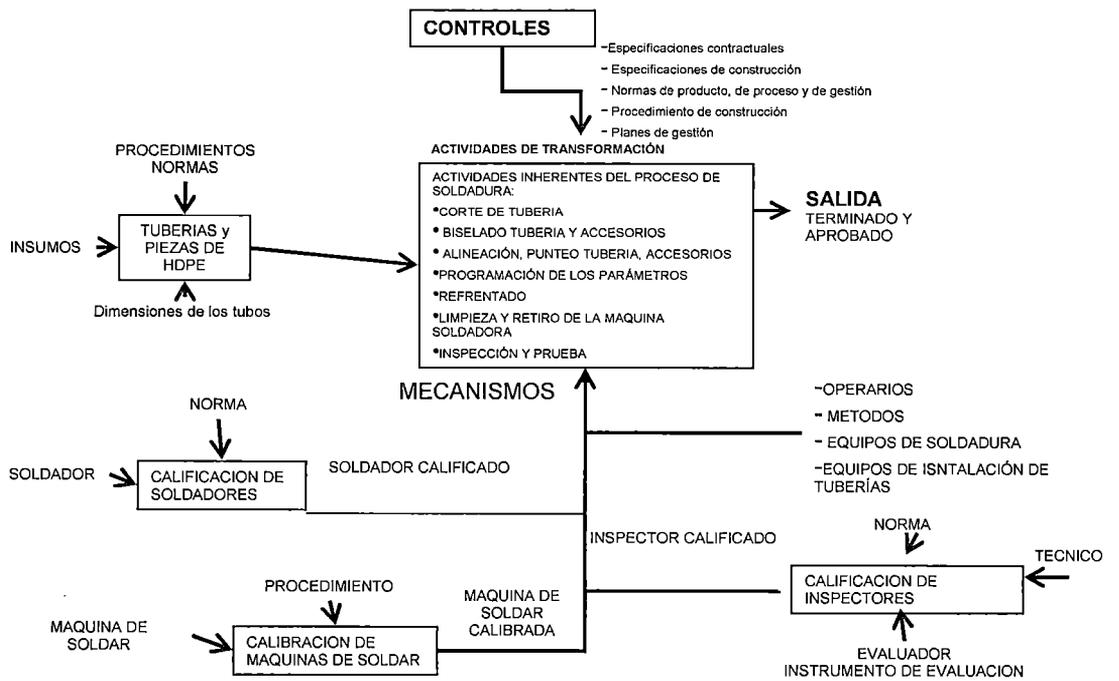
PROCESOS	Método o Modalidad	Porcentaje de Empresas que desarrollan el proceso
Proceso de instalación de tuberías de HDPE	Instalación Subterránea	100%
	Instalación Superficial	100%
	Instalación bajo el agua	100%
Proceso de soldadura de tuberías de HDPE	Método de soldadura por Termofusión	100%
	Método de soldadura por electrofusión	100%
	Otros métodos de soldadura	30%
Proceso de asesoría para la elaboración del expediente técnico de obra	Con personal propio	5%
	Con personal contratado para la ocasión	15%
Proceso de Fabricación de fittings y accesorios de HDPE		30%

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla los procesos de Soldadura e Instalación de tuberías de HDPE, son los procesos que se aplican en la totalidad de las empresas muestra. Adicionalmente algunas empresas se han empezado a integrar verticalmente tanto hacia arriba, mediante la prestación de servicios de asesoría para la elaboración del expediente técnico de los proyectos de instalación de tuberías HDPE, como hacia abajo incorporando los procesos de fabricación de fittings y accesorios.

Mediante el “ESQUEMA DE UN PROCESO CONSTRUCTIVO”, que se representa en el gráfico 4.1, se han identificado las actividades principales del proceso de “Soldadura de Tuberías HDPE”. En la gráfica se puede observar los insumos, con sus respectivas actividades de control, las actividades de transformación, cuya medición y/o inspección visual, por si solos no son suficientes para determinar si el componente resultante cumplirá con las características especificadas, sino que requiere también de los procesos de “validación”

representados por las cajas referidos a los mecanismos, controles y que se encuentran alrededor de la caja central.

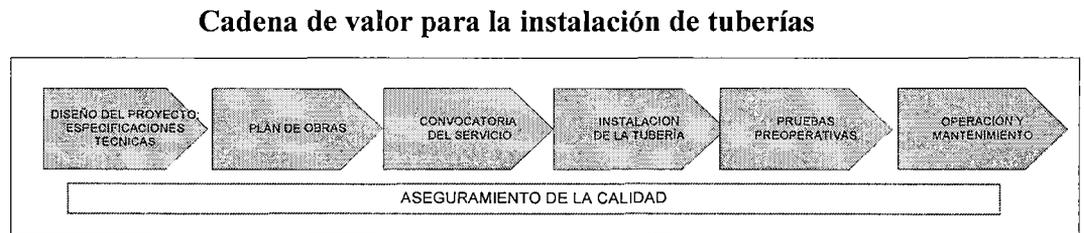
GRAFICO N° 4.1:
Resultados del Focus Group: diagrama de bloques del Proceso de soldadura



Asimismo y de acuerdo con el principio de la “CADENA DE VALOR”, se identificó las actividades de valor agregado que conforman el proceso de instalación de tuberías HDPE como sigue:

GRAFICO N° 4.2

Resultados del Focus Group: cadena de valor de los procesos de instalación de tuberías.



Análisis de información obtenida para el sistema de calidad de las pequeñas empresas

Para la obtención del puntaje final, expresado en porcentajes, que califica globalmente a cada uno de los factores se obtuvo a partir de la evaluación de cada una de las preguntas por factor y la ponderación recibida por ellas. Por ejemplo si la respuesta a todas las preguntas del factor son "Siempre", significaría el 100% alcanzando una calificación final de MUY BUENA, en el caso que las respuestas a todas las preguntas del factor presentaron un mix entre "nunca y siempre", se asignó el porcentaje a las respuestas según corresponde en la tabla para esas definiciones y se obtuvo el promedio, siendo estela calificación final En la siguiente tabla, se muestra los factores de conversión para cada uno de los niveles de calificación:

TABLA N° 4.3

Letra	Interpretación	Porcentaje	Calificación Final
A	Siempre	100%	Muy Buena
B	Casi siempre	75%	Buena
C	A veces	50%	Suficiente
D	Nunca	25%	Insuficiente

4.2 Resultados de la Segunda Etapa

De este modo, los resultados obtenidos del análisis y procesamiento de los cuestionarios aplicados para la evaluación de los sistemas de calidad en cada una de las empresas fueron las siguientes:

TABLA N° 4.4

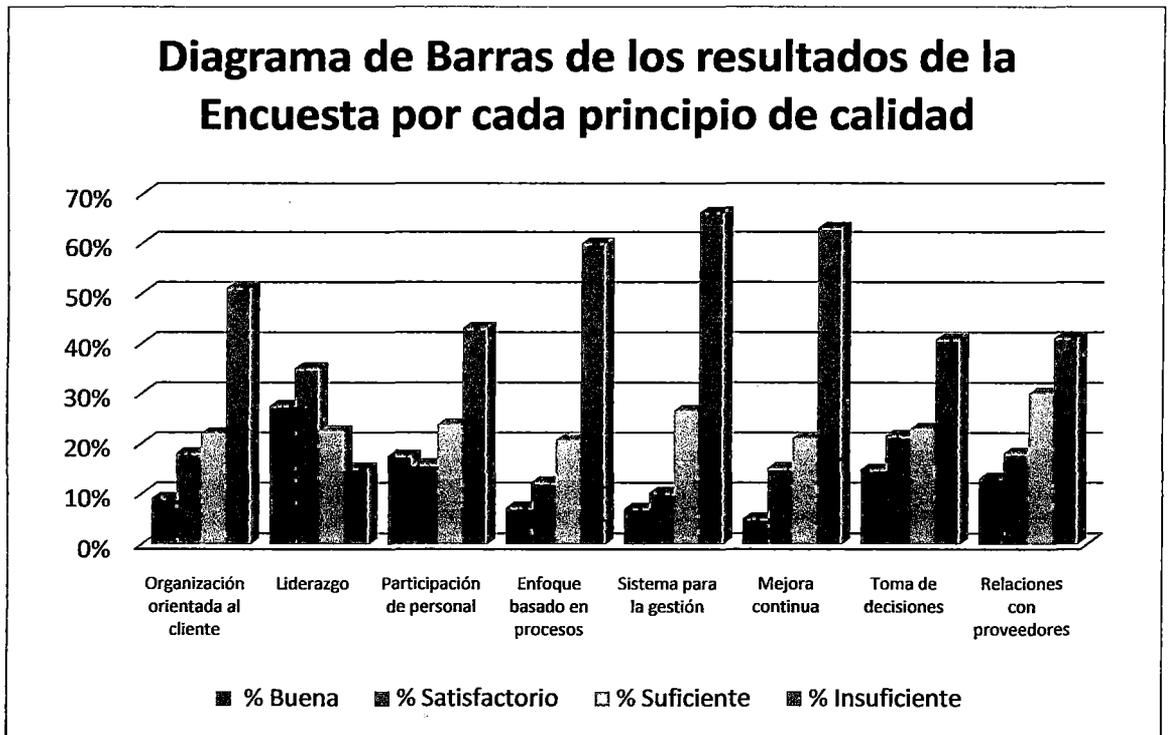
Principios de Calidad	Muy Buena	Buena	% Suficiente	% Insuficiente
Organización orientada al cliente	9%	18%	22%	51%
Liderazgo	28%	35%	23%	15%
Participación de personal	18%	16%	24%	43%
Enfoque basado en procesos	7%	12%	21%	60%
Sistema para la gestión	7%	10%	27%	66%
Mejora continua	5%	15%	21%	63%
Toma de decisiones	15%	22%	23%	41%
Relaciones con proveedores	13%	18%	30%	41%

En el cuadro se puede observar que el 9% de las pequeñas empresas de la muestra tienen una organización orientada al cliente calificado como Muy Buena, mientras que el 51% acepta que es insuficiente la orientación de la organización hacia el cliente.

Asimismo, en el cuadro se puede apreciar que son tres los factores que tienen los mayores calificativos de insuficientes: sistema para la gestión (66%), mejora continua (63%) y enfoque basado en procesos (60%), vale decir los elementos medulares de la operaciones empresariales.

Con los resultados obtenidos en el cuadro se ha construido el grafico de barras siguiente:

GRAFICO N° 4.3



En el gráfico, se puede observar que destacan los calificativos de insuficientes para los distintos factores del sistema de calidad de las pequeñas empresas.

En los resultados obtenidos para el factor Organización orientada al cliente se observó lo siguiente:

TABLA N° 4.5

Organización orientada al cliente	A siempre	B Casi siempre	C A veces	D Nunca
¿Considera que su organización satisface las necesidades de su cliente?	10%	20%	30%	40%
¿Considera que se analizan adecuadamente las especificaciones técnicas y requerimientos de su cliente así como las necesidades potenciales presentes y futuras del cliente?	10%	30%	20%	40%
¿Existen métodos adecuados para atender la demanda de los clientes?	10%	15%	20%	55%
¿Se cuenta con un proceso para identificar las necesidades de sus clientes?	10%	15%	25%	50%
¿Considera que se mejoran los servicios al cliente, adaptándose a sus necesidades?	5%	10%	15%	70%
	9%	18%	22%	51%

- El 70% de los participantes considera que su empresa satisface a veces o nunca las necesidades del cliente
- El 60% considera que ocasionalmente o a veces se analizan adecuadamente las especificaciones y requerimientos de sus clientes precisándose, en el focus group, que ello obedece a un accionar mecánico y repetitivo del personal para este tipo de trabajos. Asimismo, la baja puntuación considera el hecho que no se analizan las necesidades potenciales presentes y futuras del cliente limitándose a la atención de las solicitudes de trabajo.
- Sólo el 10% de las empresas cuentan con métodos adecuados para atender la demanda de los clientes
- El 10% de las empresas tiene sus procesos definidos para identificar las necesidades de los clientes.
- Sólo el 5% de las empresas cuentan con una actitud proactiva de adelantarse a las necesidades de sus clientes.

Tabla N 4.6

Liderazgo	A	B	C	D
¿El líder o supervisor tiene los suficientes conocimientos técnicos y la experiencia para dirigir los servicios?	30%	40%	20%	10%
¿El líder es creativo, esforzado y toma decisiones acertadamente?	25%	30%	25%	20%
	28%	35%	23%	15%

En promedio, según opinión de los participantes en el 65% de las empresas cuentan con un líder que tiene los suficientes conocimientos técnicos y competencias necesarias para la toma de decisiones adecuadas.

TABLA N° 4.7

Participación de personal	A	B	C	D
¿El personal conoce y entiende las tareas a desarrollar, los objetivos a lograr, su propia autoridad y responsabilidad?	50%	30%	10%	10%
¿Se le ha dado importancia al programa de capacitación y motivación del personal?	5%	10%	40%	45%
¿El personal toma iniciativa para cumplir los objetivos de la organización?	10%	15%	20%	55%
¿Existe una evaluación de las actividades de cada empleado?	5%	8%	25%	62%
	18%	16%	24%	43%

- El 50% de las empresas cuentan con personal que comprende su rol en la empresa y su función en las operaciones a ejecutar.
- Sólo el 5% de las empresas tiene un programa anual de capacitación para su personal.
- Asimismo, sólo el 5% de las empresas cuenta con un sistema de evaluación de su personal.

TABLA N° 4.8

Enfoque basado en procesos	A	B	C	D
¿Se cuentan con especificaciones técnicas que cubren la adquisición de las tuberías y accesorios de polietileno de alta densidad?	5%	7%	30%	58%
¿Dispone la empresa de un Manual de Operaciones y Especificaciones de calidad de los Procesos que generan el producto o servicio?	5%	5%	15%	75%
¿Se verifica que las tuberías de HDPE que se adquieren satisfacen las especificaciones estándar de las normas internacionales?	5%	12%	18%	65%
¿En el proceso de recepción de las tuberías de HDPE, se aseguran que el fabricante realiza todas las pruebas exigidas por la norma?	5%	12%	16%	67%
¿El proveedor garantiza el total suministro por un período no menor de 12 meses a partir de la puesta en operación del suministro?	30%	40%	15%	15%
¿Las normas y estándares que norman los procesos de soldadura son aplicados en su empresa?	5%	15%	25%	55%
¿Las normas y estándares que norman los procesos de Instalación de tuberías HDPE son aplicados en su empresa?	3%	6%	30%	61%
¿Están claramente definidas las especificaciones y normas técnicas de los procesos?	3%	7%	22%	68%
¿Están definidos los procedimientos operativos y/o están regulados y especificados los parámetros de operación de los equipos y accesorios?	4%	6%	15%	75%
	7%	12%	21%	60%

- El 88% de las empresas no cuentan con un sistema de control de recepción del principal insumo que es la tubería HDPE.
- El 90% de las empresas no disponen, del Manual de operaciones y especificaciones de calidad de sus procesos.
- En el caso de la aplicación de las normas técnicas sólo el 20% de las empresas aplican siempre o casi siempre dichas normas en su proceso de soldadura,

mientras que sólo el 9% de las empresas aplica las normas en los procesos de instalación de tuberías.

- El 10% de las empresas tienen definidos las normas técnicas y especificaciones de los procesos y disponen de un manual de procedimientos para sus operaciones.

TABLA N° 4.9

Toma de decisiones	A	B	C	D
¿Los directivos de la organización consideran su opinión en la toma de decisiones?	2%	7%	23%	68%
¿Para la realización de sus funciones y para la toma de decisiones, considera datos históricos y conclusiones de su propia experiencia?	20%	34%	15%	31%
¿Propone estrategias de mejora cuando se necesita?	25%	30%	30%	15%
¿Las decisiones que se llevan a cabo cumplen con las expectativas de los objetivos y de las necesidades de la organización?	12%	15%	24%	49%
	15%	22%	23%	41%

- El 91% de las empresas presentan como característica la toma de decisiones centralizada
- En el 54% de las empresas la toma de decisión se basa en datos históricos y conclusiones de su propia experiencia. Sin embargo en los focus group y las entrevistas estructuradas se pudo evidenciar que no se dispone de un sistema formal de recogida de datos y de registros sobre el comportamiento de los procesos operativos.

TABLA N° 4.10

Relaciones con proveedores	A	B	C	D
¿Considera que en la organización existe un proceso identificado para evaluar continuamente a los proveedores?	10%	12%	40%	38%
¿Considera que la comunicación de la organización con los proveedores es adecuada?	20%	25%	30%	25%
¿Considera que los servicios de los proveedores tienen calidad requerida?	10%	16%	15%	59%
¿Existe alguna forma de evaluar a los proveedores adecuadamente?	10%	17%	20%	53%
¿La información proporcionada de los proveedores es concisa y precisa?	10%	13%	41%	46%
¿Considera que la forma de calificar a los proveedores es la adecuada en la organización?	5%	12%	36%	47%
¿Ha tenido problemas con los proveedores debido a la comunicación?	25%	30%	25%	20%
	13%	18%	30%	41%

- El 22% de las empresas cuentan con un proceso para evaluar continuamente a sus proveedores
- El 73% de las empresas no tiene evalúan nunca o casi nunca a sus proveedores.

Resultados del Focus Group

Las conclusiones extraídas de las dinámicas de grupos realizados con los representantes empresariales en relación con sus niveles de competitividad en el mercado son las siguientes

1. El mercado de servicios de soldadura e instalación de tuberías de HDPE, se encuentra en permanente crecimiento en el país debido a la ley de conservación del equilibrio ecológico y conservación del medio ambiente y al crecimiento del sector minero y de saneamiento.

2. El desarrollo de los proyectos de Soldadura e instalación de tuberías HDPE muestra un avance considerable y algunas pequeñas empresas se han especializado en el servicio para este tipo de obras, compitiendo con las grandes empresas transnacionales. Sin embargo, se nota una alta deficiencia en el manejo de la calidad de los mismos.
3. Un elemento comparativo que resulta sorprendente es que la brecha en infraestructura tecnológica básica entre las Pequeñas empresas y grandes empresas ha ido perdiendo gravedad, sin embargo, a medida que las tecnologías se hacen más sofisticadas o modernas, la brecha aparece nuevamente.
4. El servicio de instalaciones parece estar sometida a un ciclo sistemático de instalación, conservación insuficiente o inexistente- degradación –destrucción- reconstrucción y así sucesivamente. La causa fundamental de este proceso es la inexistencia de un sistema de aseguramiento de calidad desde la elaboración del proyecto mismo, que garantice que las especificaciones con las cuales se realizó la obra, permanezcan dentro de su vida útil, respondiendo satisfactoriamente a las exigencias a las cuales se ve sometida la instalación.
5. Con este panorama es necesario implementar y llevar a la práctica el sistema de aseguramiento de la calidad. La situación coyuntural del país parece propicia al cambio para muchas empresas de este rubro.

Inventario de normas técnicas que gobiernan el proceso de soldadura e instalación de tuberías en HDPE

De acuerdo con la opinión de los participantes del Focus Group, no se dispone de información completa sobre las normas técnicas nacionales e internacionales que permitirían adecuar sus procesos a dichas exigencias. A partir de esta realidad y teniendo en consideración la experiencia y buenas prácticas desarrolladas por las empresas nacionales e internacionales en el anexo C, se muestra el inventario de normas que debe adaptarse a la realidad de las pequeñas empresas del rubro.

4.3 SISTEMA PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

PROPUESTA DE UN MODELO DE SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Para implantar un sistema de aseguramiento de calidad, se deben llevar a cabo una serie de actividades que involucran a la organización y que van desde la definición de la política de la empresa, hasta la aplicación de los controles de calidad que exigen todos los sistemas organizacionales. Los aspectos más relevantes que se deben considerar para la implantación, son las siguientes:

1. **Definición de una política de calidad.**- La implantación de las Políticas de calidad, permite establecer directrices claras para la toma de decisiones en todos los niveles de actuación de la empresa, promueve y desarrolla en todos los niveles de la organización, la conciencia de lo que es la calidad e indica constantemente la importancia que para la empresa tiene la satisfacción de las expectativas y requerimientos de sus clientes.

En cada empresa la alta dirección debe establecer con claridad sus objetivos empresariales y de la calidad, así como las directrices generales para alcanzarlos. Para tal efecto, el **Manual de Políticas de la Calidad, constituye la herramienta organizacional que permite institucionalizar las políticas.**

Debido a que la investigación desarrollada, se ha enfocado básicamente en los sistemas operativos para el aseguramiento de la calidad de los procesos de soldadura e instalación de tuberías de HDPE, los componentes que se han considerado para el sistema de aseguramiento de la calidad propuesto son los siguientes:

2. **Ejercer la calidad.**- La alta dirección debe establecer las funciones de mando y de gestión sobre los aspectos administrativos y operativos de la calidad, con el fin de que en cada actividad que desarrolla la empresa, los trabajadores apliquen la política de calidad determinada.

El Instrumento que facilita el entendimiento de las responsabilidades por la calidad de todos los integrantes y niveles de la Empresa, son los siguientes:

- 3. Contrato del servicio:** Al establecerse una relación cliente-proveedor, el punto de partida y cierre de los acuerdos lo constituye el contrato. En él se concretan los intereses de ambas partes por establecer una relación de negocios y se establecen, en firme, los compromisos bilaterales tanto de carácter económico, operativo y de calidad.

Según esta perspectiva, el contrato se convierte en el principal instrumento de negociación para ambas partes; manifiesta las necesidades ofertas, aptitudes, capacidades y experiencia de los contratantes, y detalla las expectativas implícitas y explícitas de cada una de las partes.

- 4. Registro de las especificaciones** La entrega de especificaciones técnicas de los procesos operativos son el modo en que el cliente indica al proveedor qué tipo de servicios necesita, definiendo tolerancias, y demás especificaciones que servirán de guía para el proveedor.

El proveedor de los servicios determina los procesos a aplicar y recursos a emplear para cumplir con los requerimientos en los niveles de calidad exigidos por el cliente.

Al llevar un registro y control adecuado de estos requerimientos, se puede revisar en todo momento que se está produciendo con exactitud lo que requiere el cliente. Además estos registros serán la base para aclarar cualquier duda o controversia que se presente con el cliente respecto a los requisitos acordados para el proceso de elaboración.

Dentro de este marco, la relación con los clientes externos demanda una secuencia de actividades que contribuyen finalmente con la calidad del servicio y que requieren ser estandarizados y mejorados constantemente. En tal sentido, **los procedimientos de ventas**, constituyen el instrumento para estandarizar la actuación y toma de decisiones de la secuencia de actividades que intervienen en este proceso.

5. Control de calidad de los Insumos

El control de la calidad de los insumos tiene el propósito de asegurar que los bienes o servicios que se adquieren para incorporarse a los procesos operativos, se manejen en base a un acuerdo previo de las condiciones de recepción, manipulación y aprovechamiento óptimo.

De esa manera se garantiza que no habrá desorden, desperdicio, pérdidas innecesarias, negligencia o desinformación respecto del manejo de los bienes o servicios entregado por el proveedor.

El insumo principal para los procesos de soldadura e instalación de Tuberías, es la Tubería de Polietileno de Alta Densidad o HDPE. La tubería debe ser fabricada de un compuesto de resina de polietileno que cumpla con la calificación de alta densidad. Los tipos de tuberías que más se utilizan, hasta el momento, son el HDPE 80 y HDPE 100.

6. Control de Recepción

El control de recepción de los lotes de tuberías, puede ser ejecutada en la Planta o en un lugar asignado de la obra.

El control de recepción comprende las actividades de: revisión de las cantidades recibidas; verificación que las tuberías, así como sus componentes, se encuentren sin daños probables ocasionados por el transporte. Cualquier discrepancia o daño debe de ser anotado en el recibo de entrega; verificación de los certificados de calidad emitidos por el proveedor.

Para el caso de instalaciones de ductos, cada tubo debe tener un número de identificación única. La empresa responsable de la construcción del ducto deberá mantener una bitácora donde anote la identificación única de cada tubo a lo largo del ducto. Esta bitácora se llama el “paybook”. Fundamentalmente es posible trazar la historia de cada tubo en el ducto por medio del paybook,, que permitiría una mejor evaluación del rendimiento a los clientes.

Una herramienta importante para garantizar la calidad de los insumos y adecuados mecanismos de control de recepción, es el **Procedimiento de Compras**

7. **Control de Procesos:** El control del proceso puede definirse como un sistema de realimentación de la información en el que hay 4 elementos fundamentales: Proceso, Información sobre el comportamiento del proceso, actuación sobre el proceso, actuación sobre la operación.

Proceso

Tal como lo definimos en el punto 2.7.7, por proceso entendemos la combinación global de personas, equipo, materiales utilizados, métodos y medio ambiente, que colaboran en la operación.

Los procesos que se han identificado son: el proceso de soldadura de tuberías HDPE, en sus modalidades de Termofusión y Electrofusión y el Procesos de Instalación de tuberías HDPE, en sus modalidades o tipo de instalación de: instalación superficial, instalación subterránea e instalación bajo el agua.

Información sobre el Comportamiento

El proceso operativo, incluye no solo los resultados del servicio, sino también los “estados” intermedios que definen el estado operativo del proceso tales como temperaturas, duración de los ciclos, etc. Si esta información se recopila e interpreta correctamente, podrá indicar si son necesarias medidas para corregir el proceso. No obstante, si no se toman las medidas adecuadas y oportunas, todo el trabajo de recogida de información será un trabajo perdido.

Actuación sobre el Proceso

Las actuaciones sobre el proceso están orientadas al futuro, ya que se toman en caso necesario para impedir que éste se deteriore. Estas medidas pueden consistir en la modificación de las operaciones (por ejemplo, instrucciones de operarios, cambios en los materiales de entrada, etc) o en los elementos básicos del proceso mismo (por ejemplo, el equipo –que puede necesitar mantenimiento, o el diseño del proceso en su

conjunto- que puede ser sensible a los cambios de temperatura o de humedad del taller). Debe llevarse un control sobre el efecto de estas medidas, realizándose ulteriores análisis y tomando las medidas que se estimen necesarias.

Actuación sobre la operación

El Control del Proceso centra la atención en la recogida y análisis de información sobre el proceso, a fin de que puedan tomarse medidas para perfeccionar el mismo.

Para la adecuada actuación del proceso de soldadura, en el Manual se proponen los siguientes procedimientos:

- Condiciones previas para la correcta ejecución del proceso de soldadura.
- Procedimientos para verificar los tubos y piezas de conexión para la soldadura.
- Procedimientos para verificar los equipos de soldadura, accesorios y herramientas .y los parámetros de control de los equipos.
- Procedimiento para el proceso de soldadura por termofusión.
- Procedimientos para el proceso de soldadura por electrofusión
- Procedimientos para la adecuada inspección del proceso de soldadura
- Criterios de aceptación o rechazo de las uniones soldadas.

Para la adecuada actuación del proceso de instalación de tuberías HDPE,, en el Manual se proponen los siguientes procedimientos:

Para Instalación Subterránea:

- Procedimientos de excavación y preparación del encamado
- Procedimiento para el adecuado tendido de tuberías
- Procedimiento recomendadas para el adecuado nivel de terreno y compactación.

Para instalación bajo el agua:

- Procedimiento para una adecuada instalación y montaje.
- Procedimientos para un adecuado lanzamiento al gua y hundimiento.

8. Inspección y prueba de los procesos

La inspección y prueba tienen como fin verificar que los procesos realizados cumplen con los requisitos especificados por los clientes, por lo que su beneficio más claro es garantizar para ambas partes que la prestación del servicio está cumpliendo con los requerimientos acordados, pero además de ello el proveedor puede obtener información valiosa sobre la eficiencia de su operación.

Pruebas e inspecciones para el proceso de soldadura

Las pruebas e inspecciones para las soldaduras, que se han adaptado de las normas y estándares nacionales e internacionales y que son mencionados en cada ítem, que se proponen para el sistema de de aseguramiento de la calidad, son las siguientes:

- Inspección visual, que son las más utilizadas en el medio..
- Ensayos no destructivos
- Ensayos destructivos

En el caso de los ensayos, es recomendable realizarse a requerimiento del cliente y contar con el apoyo de laboratorios especializados de algunas universidades o instituciones del país que cuentan con los equipos necesarios para al fin.

Las pruebas e inspecciones para la instalación de tuberías que se han adaptado de las normas y estándares nacionales e internacionales y que son mencionados en cada ítem, que se proponen para el sistema de de aseguramiento de la calidad, son las siguientes

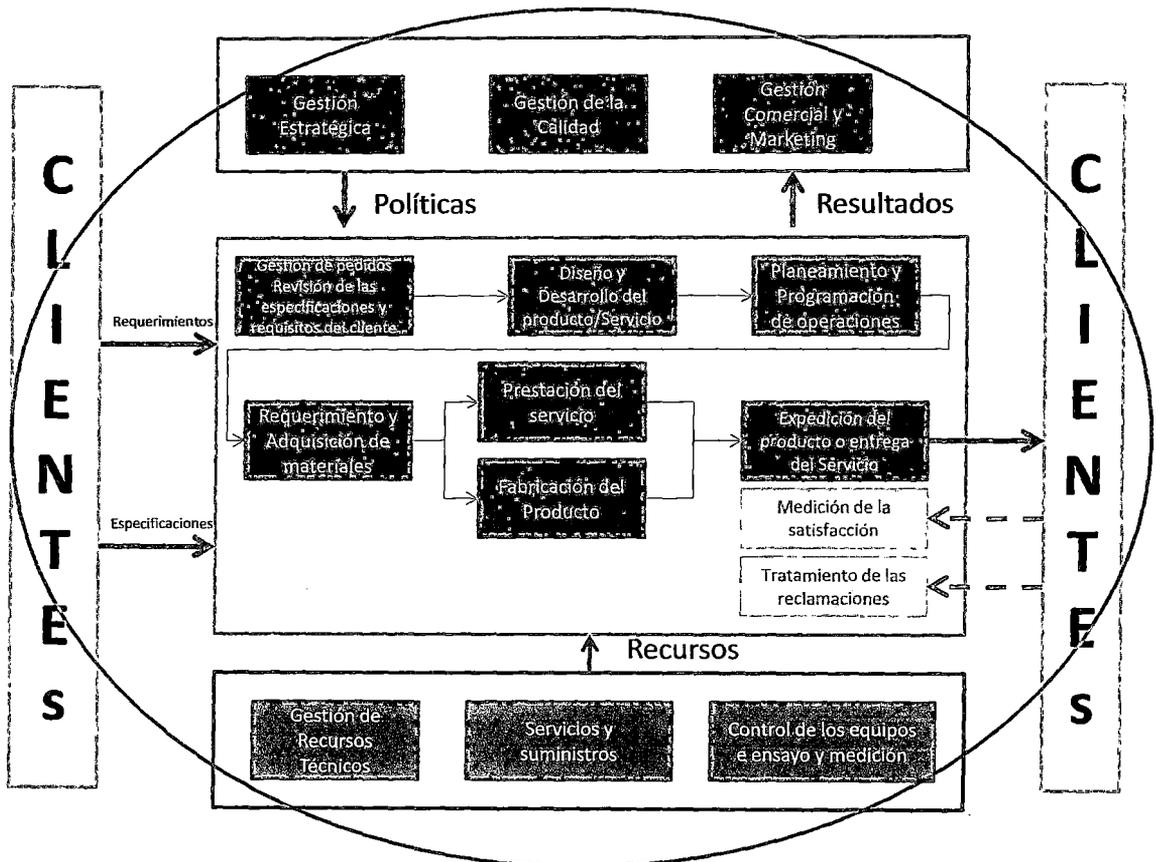
- Pruebas de presión en el terreno
- Presión Hidráulica

En lo que sigue se expone el detalle de cada uno de los puntos indicados como parte del sistema de aseguramiento de la calidad propuesto

A MAPA DE PROCESOS

El mapa de procesos identificado para las pequeñas empresas que brindan los servicios de soldadura e instalación de tuberías HDPE, es la que se muestra en la figura siguiente:

Figura 4.1



Fuente: resultados del Focus Group

La interacción entre los diferentes procesos de la empresa permite obtener la información necesaria para evaluar aquellas actividades que sean críticas desde el punto de vista del sistema de gestión de la calidad. Así en la empresa se han identificado los siguientes Procesos:

B RELACION CON EL CLIENTE:

Los *procesos de relación con los clientes* que se establecen a nivel de las pequeñas empresas se inician normalmente con la identificación búsqueda y primeros contactos con el cliente potencial, que mayormente son Empresas pertenecientes a los diferentes sectores productivos del País. Para poder competir en este mercado, las empresas del rubro, deben elaborar tanto la propuesta técnica como la propuesta económica de acuerdo a las solicitudes de los potenciales clientes, por lo que las cotizaciones se convierten en una herramienta competitiva.

Las Empresa del Sector Público a diferencia de las del Sector privado, se rigen por disposiciones legales relacionados con el trato a las Pequeñas empresas y la Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado, de allí la importancia de normar las acciones a seguir para participar en las licitaciones y adquisiciones directas para este tipo de empresas.

En lo que sigue, se describen los procedimientos, basados en las mejores prácticas identificadas en la investigación, para los procesos que conforman la Relación con el Cliente.

Las premisas, directivas o políticas que se consideran de base para el desarrollo de los procedimientos es que la Empresa ha definido los requisitos y especificaciones para cada servicio, mediante la elaboración de Fichas Técnicas, así mismo ha definido los métodos y criterios de aceptación necesarios para la verificación, seguimiento, inspección de los productos y los registros necesarios para brindar evidencia de que los procesos y los productos cumplen los requisitos.

Esta revisión asegura el proceso de relación con el cliente:

1. Los requisitos estén claramente definidos. En caso de solicitarse cambios en los requisitos de los productos, estos son revisados y de ser aceptados debe asegurarse que el personal involucrado será comunicado acerca de los requisitos cambiados.
2. Cualquier diferencia entre los requerimientos ofrecidos y los requisitos expresados previamente serán resueltos de acuerdo a lo estipulado en las solicitudes el cliente.

3. La Empresa tiene la capacidad para cumplir con los requisitos definidos. Y el mecanismo de revisión se encuentra definido en los procedimientos establecidos.
4. Los cargos identificados en los procedimientos (responsabilidades), pueden ser nominales o físicamente existentes en la empresa, y se consideran en base al mínimo funcional requerido.

PROCEDIMIENTO DE VENTAS

1. OBJETIVO

Asegurar que se cumpla en forma eficaz y eficiente los requerimientos del cliente y las características ofertadas en las cotizaciones o licitaciones.

2. ALCANCE

Se aplica desde la búsqueda de nuevos clientes hasta obtener la factura cancelada, incluyendo la cobranza de los créditos y/o formas de pagos establecidas por la empresa..

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Especificaciones técnicas /
Normas ISO y ASTM

4. DEFINICIONES

Créditos y/o formas de pago: es la gestión que realiza el cliente para cancelar la deuda obtenida con la empresa, por la obtención de un servicio y pueden ser: factura al contado, factura al crédito, cheque diferido, letras.

Factura al contado: La Empresa, realiza el cobro al finalizar los servicios.

Factura al crédito: La empresa, realiza el cobro a 15, 30 días o de acuerdo a lo establecido con el cliente.

Cheque diferido: La Empresa, realiza el cobro de acuerdo a la fecha indicada en el cheque.

Letra: El banco realiza el cobro al cliente a 15, 30 días o de acuerdo a lo establecido entre La Empresa y el cliente.

Reclamo: Pedir o exigir algo por derecho. Es la solicitud que realiza el cliente o la empresa ante el incumplimiento de las partes

5. RESPONSABILIDADES

GERENTE GENERAL, es el responsable de:

- Aprobar o rechazar el crédito y/o formas de pago, también debe estar informado sobre las publicaciones de la convocatoria de licitaciones en los medios de comunicación de mayor circulación.
- Aprobar la lista de precios

EL RESPONSABLE COMERCIAL es responsable de.

- Elaborar la lista de precios,
- Aprobar las cotizaciones;
- Contratar el servicio para la elaboración del material publicitario y actualización de la página web,
- Revisar y aprobar el material publicitario y la actualización de la página WEB.

ASISTENTE COMERCIAL es responsable de:

- Elaborar las cotizaciones,
- Realizar las ventas y cobranzas y entregar la documentación.

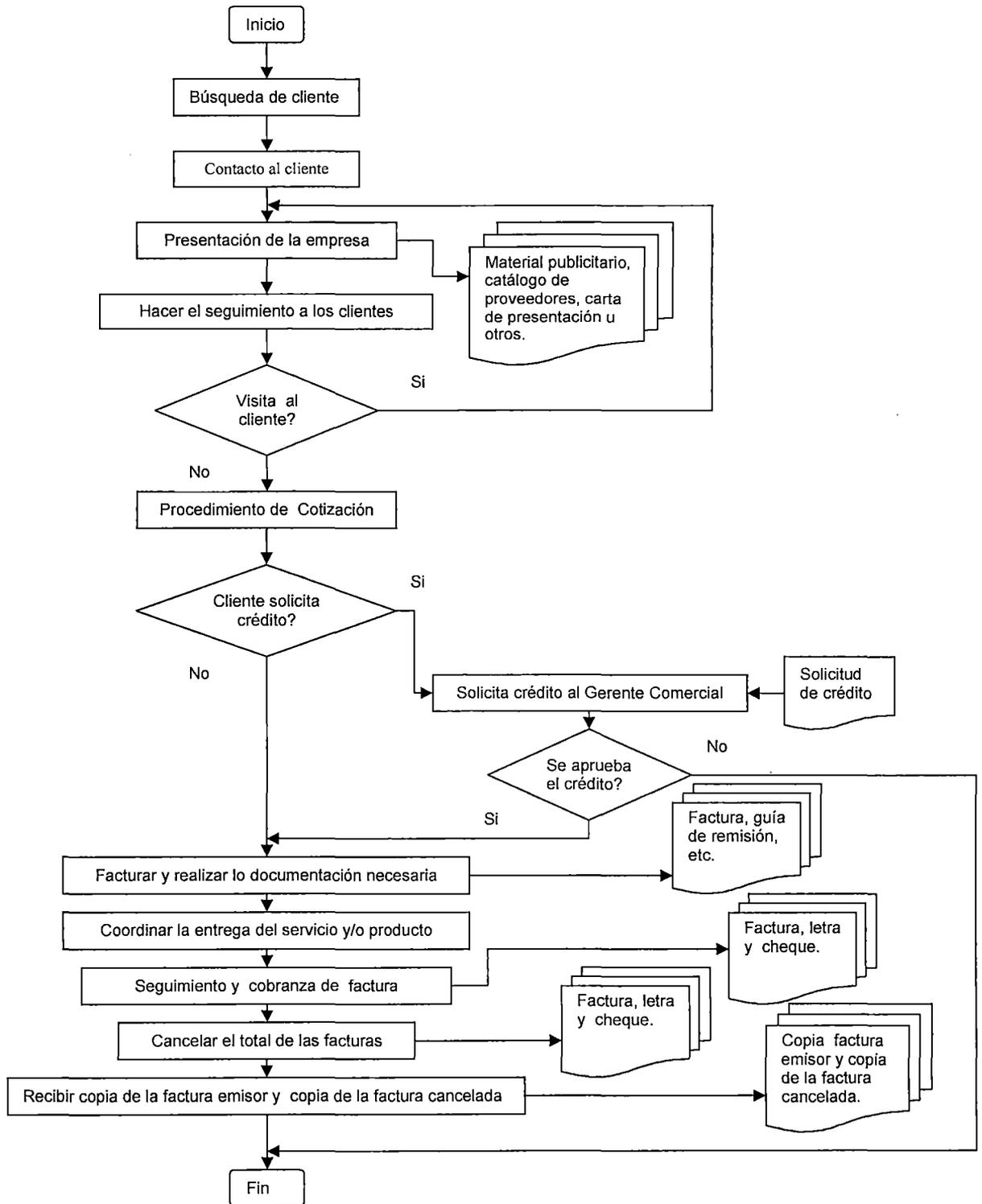
ASISTENTE DE CAJA, es responsable de:

- Elaborar las facturas y la documentación necesaria,
- Realizar el seguimiento y cobro de las facturas.

CUADRO N° 4.1
PROCEDIMIENTO DE VENTAS.

ACTIVIDADES	RESPONSABLES
1. Búsqueda permanente de nuevos clientes.	Asistente Comercial
2. Contacto al cliente utilizando un medio de comunicación.	Asistente Comercial
3. Presentación de la empresa (carta de presentación, catálogo de proveedores, material publicitario).	Asistente Comercial
4. Realizar el seguimiento de los clientes y posibles clientes.	Asistente Comercial
5. Visitar a los clientes cuando sea necesario.	Asistente Comercial
6. Realizar el procedimiento de cotización.	Asistente Comercial
7. Solicita crédito al Asistente Comercial.	Cliente,
8. Solicita el crédito y/o formas de pago al Responsable Comercial.	Cliente/Asistente Comercial
9. Aprueba o rechaza el crédito y/o formas de pago.	Gerente General.
10. Elabora la factura y documentación necesaria.	Asistente Comercial.
11. Coordina la entrega del servicio y/o producto.	Asistente Comercial.
12. Realiza el seguimiento y el cobro de la factura	Asistente de Caja
13. Cancelar el total de la factura de acuerdo al crédito y/o forma de pago aprobado.	Cliente
14. Recibe copia factura (emisor) de venta para los registros contables, así como la copia de la factura cancelada.	Contador General

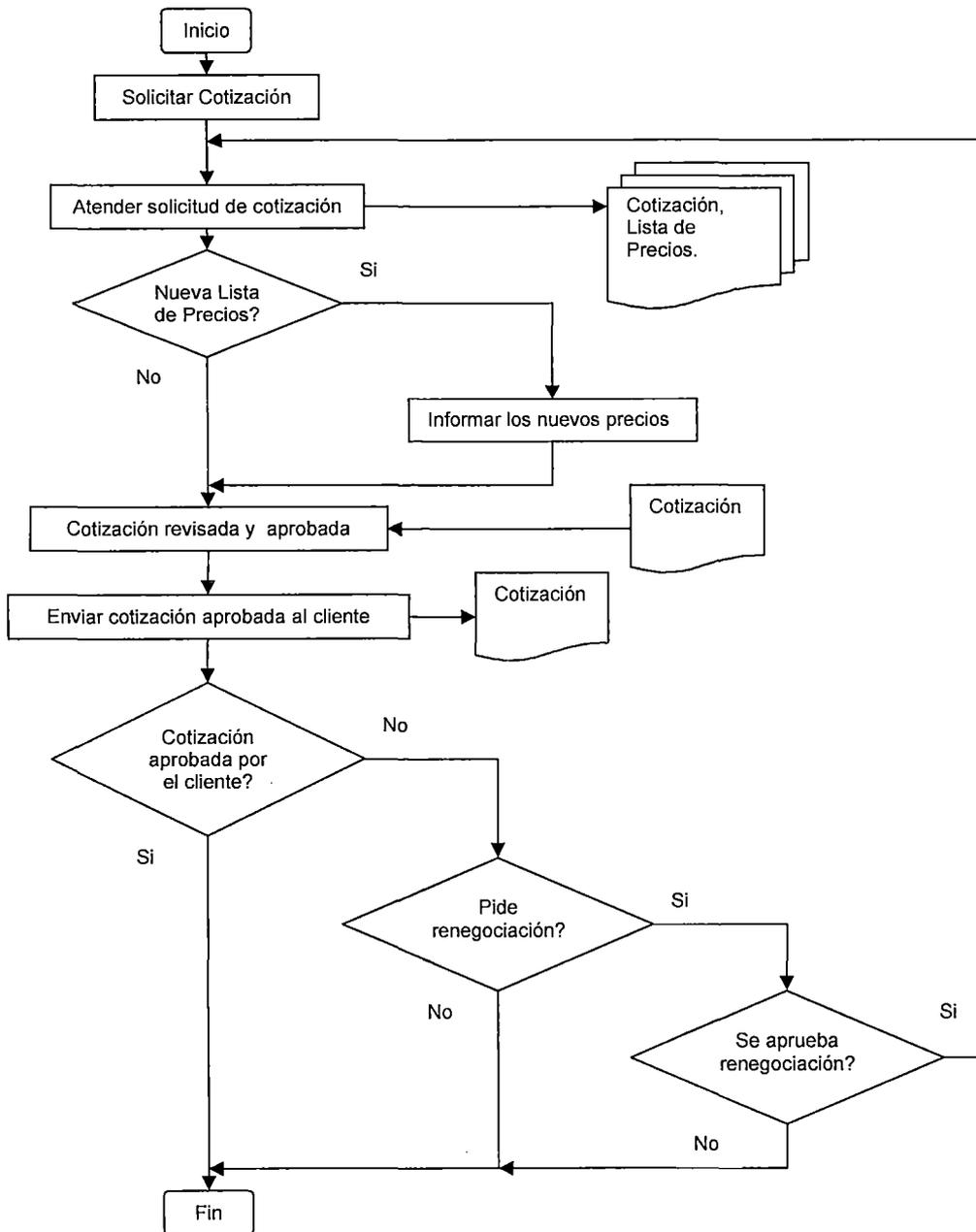
DIAGRAMA DEL FLUJO DE VENTAS



CUADRO N° 4.2**PROCEDIMIENTO DE COTIZACIÓN**

ACTIVIDADES	RESPONSABLES
1. La empresa recibe la solicitud de cotización por un medio de comunicación.	Cliente
2. La solicitud es atendida haciendo uso de la lista de precios.	Asistente Comercial
3. En caso que el requerimiento solicitado por el cliente no se encuentre en la lista de precios, se solicita los nuevos precios.	Asistente Comercial
4. Informar los nuevos precios solicitados.	Asistente Comercial.
5. La cotización debe ser revisada y aprobada.	Responsable Comercial
6. Enviar la cotización al cliente.	Asistente Comercial
7. Informar si la cotización ha sido aceptada o rechazada.	Cliente
8. Solicita renegociación por un medio de comunicación.	Cliente
9. Consulta con la Gerencia Comercial para saber si se realizará la renegociación.	Responsable Comercial

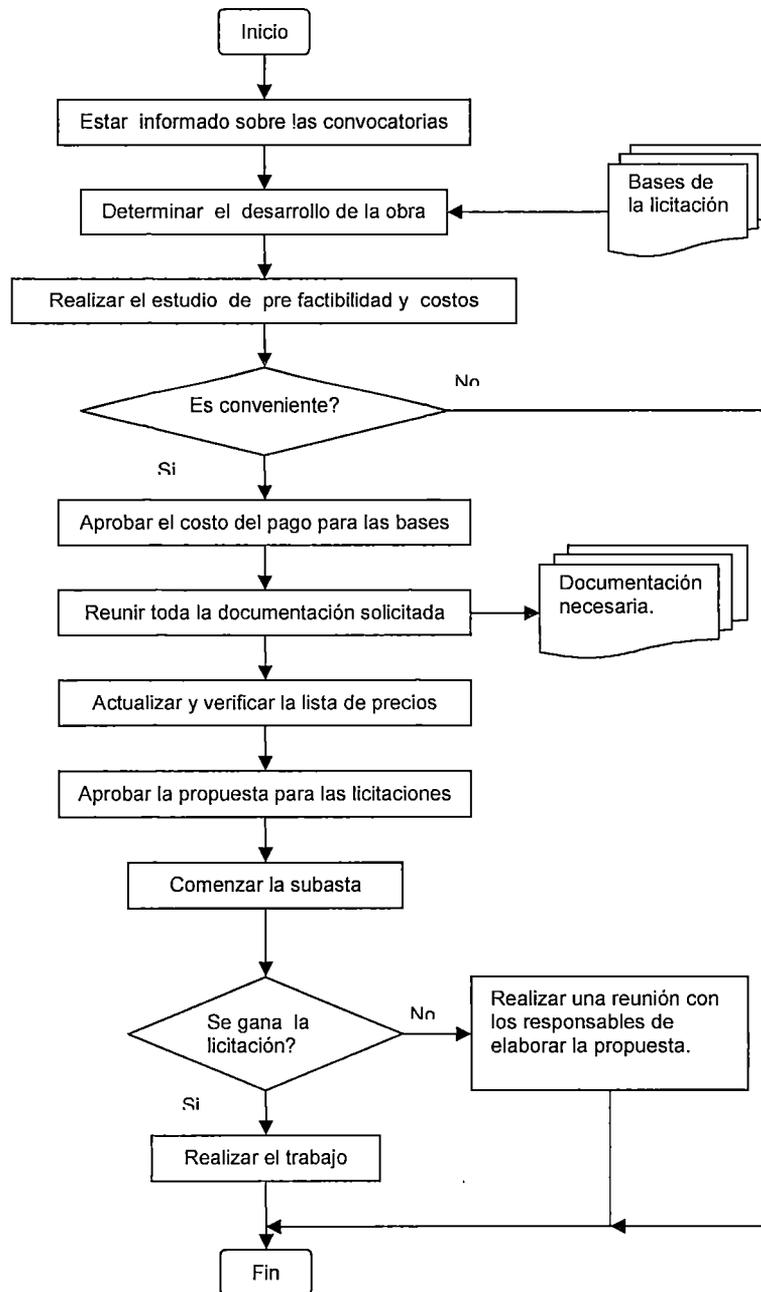
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE COTIZACIÓN



CUADRO N° 4.3
PROCESO DE LICITACIÓN

ACTIVIDADES	RESPONSABLE
1. Estar informado sobre las publicaciones de la convocatoria de licitaciones en los medios de comunicación de mayor circulación.	Gerente General, Gerente Comercial
2. Determinar el desarrollo de una obra con base en las leyes y reglamentos en la materia, revisar las bases de la licitación y determinar su costo.	Gerente de Operaciones, Gerente Comercial
3. Realizar el estudio de prefactibilidad y costos, si la licitación es muy importante evaluar los posibles precios de la competencia.	Equipo de operaciones
4. Evaluar si es o no conveniente, para la empresa	Gerente General
5. En caso de ser conveniente, aprobar el costo del pago de las bases para la licitación.	Gerente General
6. Reunir toda la documentación solicitada para presentarse a la licitación.	Asistente Comercial
7. Tener presente la lista de precios actualizados y verificados especialmente creada para la presente licitación..	Asistente Comercial
8. Aprueba la propuesta para la licitación.	Gerente General
9. Empezar la subasta con el precio más adecuado, teniendo presente los competidores.	Gerente Comercial
10. Si se gana la licitación, realizar el trabajo según los términos acordados.	Equipo de Operaciones
11. En caso de no ganar la licitación realizar una reunión con los responsables de elaborar la propuesta, para analizar y saber por que se perdió.	Gerente General, Responsable Comercial y Equipo de Operaciones.

DIAGRAMA DEL PROCESO DE LICITACIÓN



CUADRO N° 4.4

PROCESO PARA ELABORAR LA LISTA DE PRECIOS

DIAGRAMA DEL PROCESO	ACTIVIDADES	RESPONSABLES
<pre> graph TD Inicio([Inicio]) --> Buscar[Buscar precios] Buscar --> Elaborar[Elaborar lista de precios] Elaborar --> Lista[Lista de Precios] Elaborar --> Aprobar[Aprobar lista de precios] Aprobar --> Final([Final]) </pre>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Búsqueda de precios en el mercado. 2. Elaboración de la lista de Precios. 3. Aprobación de la lista de Precios. 	<p>Asistente Comercial Responsable Comercial</p> <p>Responsable Comercial</p> <p>Gerente General</p>

CUADRO N°4. 5

PROCESO PARA ELABORAR EL MATERIAL PUBLICITARIO

DIAGRAMA DEL PROCESO	ACTIVIDADES	RESPONSABLES
<pre> graph TD Inicio([Inicio]) --> Contratar[Contratar servicio] Contratar --> Elaborar[Elaborar material publicitario] Elaborar --> Material[Material publicitario] Elaborar --> Aprobar[Aprobar material publicitario] Aprobar --> Final([Final]) </pre>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contrata el servicio de una empresa para que realice el material publicitario, cuando sea conveniente. 2. Elabora el material publicitario 3. Revisa y aprueba el material publicitario 	<p>Responsable Comercial</p> <p>Empresa contratada o de servicio</p> <p>Responsable Comercial / Gerente General</p>

CUADRO N° 4.6

PROCESO PARA LA ACTUALIZACIÓN DE PÁGINA WEB

DIAGRAMA DEL PROCESO	ACTIVIDADES	RESPONSABLES
<pre> graph TD Inicio([Inicio]) --> Contratar[Contratar servicio] Contratar --> Elaborar[Elaborar la actualización de la página web.] Elaborar --- Pagina[Página web.] Elaborar --> Aprobar[Aprobar material publicitario] Aprobar --> Final([Final]) </pre>	<p>Contrata el servicio de una empresa para que realice la actualización de la página web.</p> <p>Elabora la actualización de la página web.</p> <p>Revisa y aprueba la actualización de la página web.</p>	<p>Responsable Comercial</p> <p>Empresa contratado o de servicio</p> <p>Responsable Comercial</p>

1. DATOS DE LA VENTA

En la descripción del Servicio de soldadura o Instalación se indicará, cuando sea aplicable, lo siguiente:

- Hoja técnica con las especificaciones y requerimientos indicadas por el Cliente
- Certificado de calidad del proveedor de Insumos y/o Servicios.
- Certificado de Garantía y hojas de control del servicio de soldadura e Instalación de Tuberías en campo.
- En la cotización debe ir como título el número correlativo de la cotización correspondiente, se indicará la fecha en la parte superior, datos del cliente, de los servicios solicitados: cantidad, unidad, descripción, precio unitario, precio total y el precio en letras, y se debe incluir el tipo de servicios, y procesos a desarrollar, forma de pago, lugar de entrega, plazo de entrega, datos del asistente comercial y firma del cliente y asistente

2. SERVICIO DE TRANSPORTE

Las ordenes de servicio de transporte deberán contener los datos del transportista: la razón social, RUC, dirección, teléfono y el contacto; además debe incluirse los datos del servicio: lugar de recojo, destino, fecha, cantidad, tarifa y forma de pago.

3. NIVELES PARA LA ELABORACIÓN, REVISIÓN Y APROBACIÓN DOCUMENTAL

CUADRO N° 4.7

PRODUCTO, SERVICIO O PROCESO	DOCUMENTO A EMITIR	RESPONSABLE ELABORACION	RESPONSABLE DE LA REVISIÓN Y APROBACIÓN
4. Tuberías de HDPE	Cotización	Asistente Comercial	Responsable Comercial
5. Servicio de Termofusión	Cotización	Asistente Comercial Asesor Comercial	Responsable Comercial
6. Licitación	Propuesta	Asistente Comercial Gerente Comercial	Responsable Comercial
	Lista de Precios	Asistente Comercial	Responsable Comercial
7. Elaboración de la lista de precios	Material Publicitario (brochure).	Empresa contratada o de servicios	Responsable Comercial
8. Elaboración de material publicitario	Actualización de la página web	Empresa contratada o de servicios	Responsable Comercial
9. Elaboración de la página web.			

4. VERIFICACIÓN DEL SERVICIO VENDIDO

En los documentos de venta se deberá especificar las condiciones de venta, y se adjuntará cuando sea un servicio brindado por la Empresa, el certificado de garantía y el informe de soldadura y/o Instalación de Tubería HDPE.

4.1 Gestión de Reclamos

Para el caso de servicios la descripción de los reclamos aceptados está indicada en el Informe de soldadura y/o Instalación de la tubería y en la cotización.

A continuación se describe los términos de cuando se aceptaran o no los reclamos de los clientes:

- Se aceptará el reclamo por el servicio, siempre que esté estipulado o contemplado dentro de su respectiva garantía.
- No se aceptará reclamos, en el servicio si han sido sometidos a condiciones fuera de sus especificaciones técnicas (normatividad vigente) y sin considerar sus características.
- En caso que la persona solicitante del servicio se hubiese equivocado en el pedido o especificaciones de obra, se someterá a evaluación.

En el **APENDICE B**, se muestra el formato propuesto para la presentación de los reclamos del cliente.

CUADRO N°4.8

PROCESO DE RECLAMOS

DIAGRAMA DEL PROCESO	ACTIVIDADES	RESPONSABLE
<pre> graph TD Inicio([Inicio]) --> Informar[Informar el problema del producto y/o servicio] Informar --> Contactar[Contactar con el cliente para verificar] Contactar --> Solicitar[Solicitar formato de reclamos] Correo[Correo electrónico, carta o documento] --> Solicitar Solicitar --> Enviar[Enviar formato de reclamos] Formato[Formato de reclamos] --> Enviar Enviar --> Recibir[Recibir el reclamo y llenar debidamente el cuaderno de seguimiento de reclamos] FormatoReclamo[Formato de reclamos y Cuaderno de seguimiento de reclamos] --> Recibir Recibir --> Aprobado{Se aprobó el reclamo?} Aprobado -- Si --> EstablecerSolucion[Establecer las actividades para solucionar el reclamo] Aprobado -- No --> EstablecerRechazo[Establecer por qué no se aceptó el reclamo] EstablecerSolucion --> Final([Final]) EstablecerRechazo --> Final </pre>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Informa el problema del servicio recibido utilizando un medio de comunicación 2. Contacta con el cliente para verificar la responsabilidad de la empresa 3. Solicita formalmente el Formato de Reclamos 4. Envía Formato de Reclamos 5. Recibe el reclamo y llena el cuaderno de seguimiento de reclamos. 6. Revisa, aprueba o rechaza el reclamo 7. Si no se aprueba, establecer por qué no se aceptó el reclamo. 8. Si se aprueba, se deben establecer las actividades que se van a seguir para darle solución a la solicitud del cliente con el fin de darle una respuesta y lograr su satisfacción. 	<p>Cliente</p> <p>Responsable Comercial</p> <p>Cliente</p> <p>Responsable Comercial</p> <p>Asistente Comercial</p> <p>Responsable Comercial</p> <p>Responsable Comercial</p> <p>Responsable Comercial</p>

En el **APENDICE C**, se propone el formato a ser llenado por el responsable de operaciones para informar la acción correctiva

4.2 Medición de la Satisfacción del Cliente

Se realizará la encuesta de satisfacción al cliente cada 3 meses para realizar el seguimiento de la información relativa a la percepción del cliente con respecto al cumplimiento de sus requisitos por parte de la organización, el Responsable Comercial establecerá la meta a alcanzar en niveles de satisfacción del cliente cada año.

En el **APENDICE D** se muestra el formato de encuesta de satisfacción del cliente

5. REGISTROS

Los registros que se generan como parte de las ventas son:

- Cotizaciones
- Propuesta para licitaciones
- Formato de reclamos
- Cuaderno de seguimiento de reclamos
- Encuesta de satisfacción al cliente

C RELACIÓN CON LOS PROVEEDORES

Dentro del proceso de aseguramiento de calidad, muchas empresas tienen programas de desarrollo de proveedores, mediante los cuales se aporta tecnología, conocimientos e información para que éstos se vuelvan cada vez más competitivos y sean capaces de ofrecer los insumos, productos o servicios que las grandes empresas demandan.

Esto se realiza a partir de dos mecanismos, por una parte, una revisión permanente de los productos o servicios que el proveedor entrega al cliente y, por otra, un programa de auditorías que el cliente realiza al proveedor en sus propias instalaciones.

PROCEDIMIENTO DE COMPRAS

1. OBJETIVO

Asegurar que se cumplan en forma oportuna y eficiente la adquisición de los insumos y materiales con la calidad requerida y especificados en las órdenes de compra solicitadas a terceros.

2. ALCANCE

Se aplica en todas las actividades comprendidas desde la solicitud de cotización hasta la Inspección de Recepción de la materia prima requerida para la Instalación de tuberías en HDPE, Servicio de Termofusión y/o Electrofundición tanto en la planta como en campo

La norma comprende también los servicios solicitados a terceros, incluyendo la selección, evaluación y reevaluación de proveedores.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Lista de proveedores aprobada

Normas ASTM

Normas ISO

6. DEFINICIONES:

Productos y servicios críticos: Son aquellos que afectan la calidad de los productos finales.

Insumos: son todas las tuberías de HDPE.

MSDS: Material Safety Data Sheet (Hojas de Información de Seguridad del Material)

Fabricación por terceros: en el caso que no se tenga el material, equipo o personal disponible se contratará otra empresa para que fabrique los accesorios con las especificaciones dadas por la Empresa.

7. RESPONSABILIDADES

Responsable de Logística, Es responsable de:

- Brindar información permanente sobre el nivel de existencias de tuberías y materiales y Solicitar la reposición de los inventarios.
- Solicitar las órdenes de compra y servicios de Transporte

Responsable de Operaciones, Es responsable de:

- Determinar y definir la cantidad y especificaciones de las tuberías a ser requeridas en el proyecto.
- Solicitar la cantidad y especificaciones de tubería HDPE a ser adquirido.
- Solicitar los servicios de calibración de los equipos de planta,
- Solicitar los servicios de análisis de los ensayos realizados en laboratorios externos,
- Solicitar los servicios de disposición de residuos, así como de otros servicios relacionados al de salud y seguridad ocupacional.
- Revisar las órdenes de compra y
- Autorizar las órdenes de compra de tuberías HDPE y de los demás servicios.
- Solicitar partida de financiamiento del proyecto

Gerente General, es responsable de aprobar la compra de tuberías de HDPE y la adquisición de servicios.

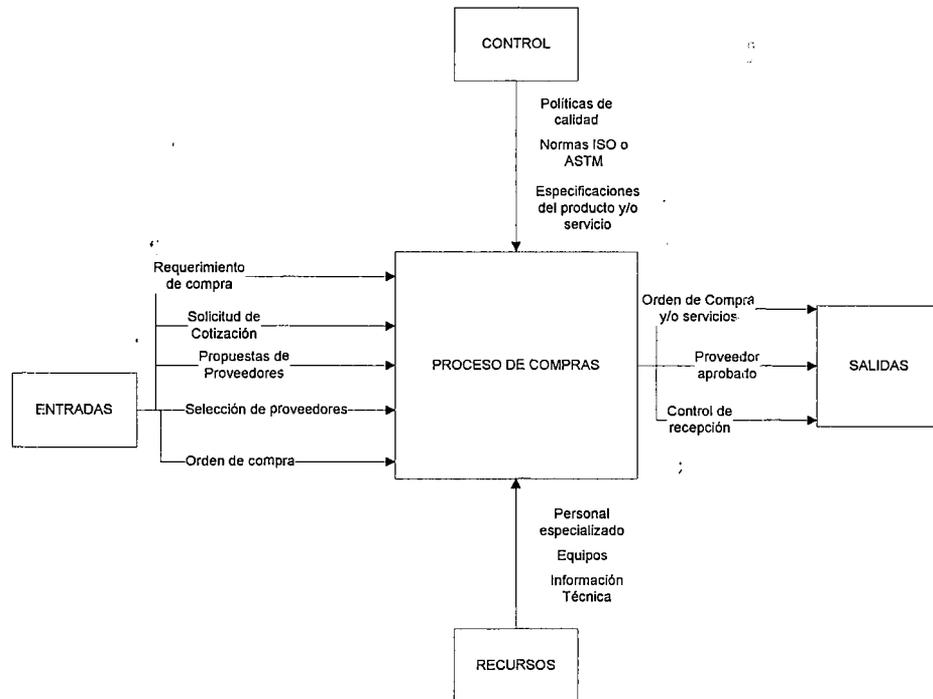
Responsable de Control de Calidad, es responsable de:

- Revisar y emitir opinión técnica sobre las especificaciones de los productos y/o servicios.
- Emitir opinión técnica sobre la calidad de los materiales propuestos por los proveedores
- Realizar el control de recepción de los productos/servicios adquiridos.

Asistente Administrativo, es responsable de:

- Asignar y controlar presupuesto del proyecto
- Identificar y proponer líneas de financiamiento para el proyecto

8. DIAGRAMA DE BLOQUE DEL PROCESO



CUADRO 4.9

PROCEDIMIENTO DE COMPRAS

DIAGRAMAS DEL PROCESO	ACTIVIDADES	RESPONSABLES
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar requerimientos y especificaciones de obra, solicitados por el cliente 2. Solicitar la compra del producto por reposición de stock o por necesidad del usuario. incluir los requerimientos o especificaciones del producto o servicio requerido 3. Aprobar el pedido de compra o servicio 4. Enviar la solicitud de Cotización, según la lista de proveedores aprobados. 5. Negociar la integración de los proveedores a la cadena de suministro de la empresa 6. Recibir y ordenar las cotizaciones para entregárselas al Gerente General. 7. Seleccionar la cotización con el mejor precio. 8. Si el proveedor es nuevo se llenará la solicitud de crédito, si no elaborar la orden de compra o servicio. 9. Elaborar la orden de compra o servicio 10. Aprobar la Orden de Compra o servicio 11. Enviar la Orden de Compra o servicio. 12. Inspeccionar los productos o servicios adquiridos, según los formatos de inspección. 	<p>Responsable de Operaciones Responsable Logística</p> <p>Responsable Logística</p> <p>Gerente General</p> <p>Responsable Logística</p> <p>Responsable Logística</p> <p>Responsable Logística</p> <p>Responsable Logística</p> <p>Gerencia General</p> <p>Proveedor</p> <p>Responsable Logística</p> <p>Gerente General</p> <p>Gerente General</p> <p>Responsable de Control de Calidad</p>

**CUADRO N° 4.10
SELECCIÓN DE PROVEEDORES**

DIAGRAMA DEL PROCESO	ACTIVIDADES	RESPONSABLES
<pre> graph TD Inicio[Inicio] --> Buscar[Buscar proveedores] Buscar --> Lista1[Lista de proveedores] Buscar --> Formato[Completar el formato de selección de proveedores] Formato --> FormatoDoc[Formato de selección de proveedores] Formato --> Seleccionar[Seleccionar los proveedores] Seleccionar --> Lista2[Lista de proveedores aprobados] Seleccionar --> Verificar[Verificar y aprobar la selección] Verificar --> Final[Final] </pre>	<ol style="list-style-type: none"> 1. La Empresa integra a los proveedores como parte de sus sistema de suministro 2. Completar con los datos necesarios el formato de selección de proveedores 3. Seleccionar los proveedores que tengan el puntaje aprobatorio 4. Verifica y aprueba la selección de proveedores. 	<p>Responsable Logística</p> <p>Responsable Logística</p> <p>Responsables de. Logística / Operaciones /Control de calidad</p> <p>Gerente General</p>

En el APENDICE E, se propone un formato para ser aplicado en la selección de proveedores

CUADRO N° 4.11

EVALUACIÓN Y REEVALUACIÓN DE PROVEEDORES

DIAGRAMA DEL PROCESO	ACTIVIDADES	RESPONSABLES
<pre> graph TD Inicio[Inicio] --> Evaluar[Evaluar o Reevaluar a los proveedores] Evaluar --> Formato[Formato de evaluación de proveedores] Evaluar --> Verificar1[Verifica y aprueba la evaluación] Verificar1 --> Listar[Listar de los proveedores aprobados] Listar --> Lista2[Lista de proveedores aprobados] Listar --> Verificar2[Verifica y aprobar la lista de proveedores aprobados] Verificar2 --> Final[Final] </pre>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Designa al comité de evaluación de proveedores. 2. Evalúa a los proveedores completando el formato de evaluación de proveedores, 3. Verifica y aprueba la evaluación 4. Listar a los proveedores que consiguieron el puntaje aprobatorio 5. Verificar y aprobar la lista de proveedores aprobado 	<p>Gerente General</p> <p>Comité de Evaluación</p> <p>Gerente General</p> <p>Asistente de Administración</p> <p>Gerente General</p>

En el APENDICE F, se muestran los formatos propuestos para la evaluación de proveedores.

NIVELES DE SOLICITUD, REVISIÓN Y APROBACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DE COMPRA

Los responsables de la revisión y aprobación, deberán verificar que el producto o servicio solicitado tenga todos los requisitos especificados o la información necesaria

CUADRO N° 4.12

PRODUCTO O SERVICIO	DOCUMENTO A EMITIR	RESPONSABLE DE LA SOLICITUD	RESPONSABLE DE LA REVISIÓN Y APROBACIÓN
Tuberías de HDPE	Pedido de compra	Responsables de: Operaciones, Logística, Administración.	Gerente General
Otros materiales para reposición de stock	Pedido de compra	Responsables de: Operaciones, Logística, Administración	Responsable de Operaciones
Servicios de calibración	Orden de servicio	Responsables de: Operaciones, Logística Control de Calidad	Responsable de Operaciones
Servicios de análisis y/o ensayos	Orden de servicio	Responsable de Control de Calidad	Gerente General
Servicio de transporte	Orden de servicio	Responsable de Logística	Responsable Administrativo

DATOS DE LA COMPRA

PARA LOS PRODUCTOS

En la descripción del producto se indicará, cuando sea aplicable lo siguiente:

- Especificaciones del producto, descripción, cantidad y datos necesarios.
- Datos del proveedor: dirección, teléfono, fax, condiciones de entrega, forma de pago, etc.
- Título u otra identificación, y ediciones aplicables de las especificaciones, requerimientos de proceso, instrucciones de inspección y otros datos técnicos pertinentes.
- Solicitar: Certificado de Calidad, Hoja Técnica u Hoja de Seguridad (MSDS-Material Safety Data Sheet)

PARA LOS SERVICIOS DE CALIBRACIÓN

La información que debe contener la solicitud de servicio como mínimo es:

- Identificación o código del equipo a ser calibrado
- Norma o método de calibración o ensayo
- Rango o puntos en los cuales el equipo debe ser verificado
- Necesidad de adjuntar un certificado de calibración.

PARA LOS LABORATORIOS QUE BRINDAN SERVICIOS DE ANÁLISIS

Las órdenes de servicio deben incluir título, código y adición de las normas del sistema de calidad que debe ser aplicada o métodos de ensayo para cada determinación, indicando el año o la revisión del método.

SERVICIO DE TRANSPORTE

Las órdenes de servicio de transporte deben contener los datos del transportista: razón social, RUC, dirección, teléfono y el contacto; además debe incluirse los datos del servicio: lugar de recojo y fecha, destino y fecha, cantidad, tarifa y forma de pago.

SERVICIO DE MONITOREO, DISPOSICION, Y OTROS

Las órdenes de servicio de monitoreo deberá contener la razón social, RUC, autorización o acreditación de organismos especializados, teléfono, persona de contacto, información del servicio, lugar de ejecución, cantidad, duración si fuera necesario, tarifa y forma de pago.

Las órdenes de compra de los productos y servicios críticos, se colocarán sólo a proveedores que se encuentren en la lista de proveedores aprobados.

Cuando no existiera un proveedor disponible para el producto o servicio solicitado, por emergencia podrá colocarse excepcionalmente la orden de compra a un proveedor no incluido en la lista, con la aprobación del Gerente Comercial, y su regularización se realizará posteriormente.

VERIFICACIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO ADQUIRIDO

En los documentos de compra se deberá especificar las disposiciones de verificación y el método de liberación del producto, precisándose cuando sea necesario si la verificación se realizará en el local del proveedor o se adjuntará un certificado o informe de calidad del producto o lote a ser adquirido.

La verificación en la recepción de productos, se realizará de acuerdo a los procedimientos de inspección respectivos.

Para el caso de los equipos de planta, o los equipos utilizados en laboratorios externos para los ensayos y otros servicios de Salud y Seguridad Ocupacional, tendrá como responsable de la verificación al Jefe de Control de Calidad y Gerente de Operaciones.

REGISTROS

Los registros que se generan como parte de las compras son:

- Selección de Proveedores.
- Evaluación de Proveedores.
- Órdenes de compra de producto y/o servicio o correo electrónico
- Lista de Proveedores Aprobados
- Solicitud de Cotización
- Inspección General

PROCEDIMIENTO PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS INSUMOS

El éxito del proyecto de instalación de tuberías que realiza una empresa depende, en el largo plazo, principalmente de la calidad de la tubería y de la calidad de la soldadura. Por lo tanto los estándares que se aplican a la tubería y la soldadura son muy exigentes.

En lo que sigue se establecen los procedimientos para asegurar la calidad de la tubería HDPE, como principal insumo de los procesos:

1. La tubería deberá ser hecha de un compuesto de resina de polietileno que cumpla con la calificación de alta densidad PE 80 o PE 100 siguiendo un estándar conocido como NTP-ISO 4427. Este estándar define la designación del material (por ejemplo, PE 100) que relaciona MRR que el nivel de Resistencia Mínima Requerida y el C, que es el coeficiente de Hanzen & Williams según el cuadro 2.2.
2. La materia prima deberá contener un mínimo de dos (2) por ciento de aditivos de negro humo dispersos. Los aditivos que se puedan probar de manera concluyente que no causan detrimento a la tubería también pueden ser utilizados, siempre y cuando cumplan con los requisitos de este estándar.
3. La tubería deberá contener compuestos no reciclados excepto aquellos que se hayan generado en la planta del fabricante de resinas con la misma especificación y del mismo proveedor de materia prima.
4. El cumplimiento con los requisitos de este párrafo deberá ser verificado por escrito por el proveedor de tuberías.
5. La tubería será fabricada por la técnica de extrusión y esta (la tubería) debe cumplir con las normas ISO 4427 o DIN 8074 – DIN 8075 o ASTM correspondiente.
6. Las medidas del diámetro y el espesor de las paredes de la tubería deberán ser controladas con un equipo de medición ultrasonido o su equivalente. Las medidas deberán tomarse en ocho (8) puntos distribuidos de manera apropiada a lo largo de la periferia de la tubería con el fin de asegurar un control satisfactorio de las dimensiones o cualquier otro sistema que permita asegurar que los diámetros y espesores cumplan con las normas señaladas en el punto anterior. Si se utiliza calibración de la presión, deberá utilizarse gas inerte durante la extrusión con el fin de evitar la oxidación de la superficie interna de la tubería. Las tuberías deberán ser extruidas en secciones lo más largas posibles o medidas estándar de fabricante con el fin de reducir al mínimo el número de soldaduras.

Especificaciones Técnicas de la Tubería de HDPE

Las especificaciones técnicas que deberán cumplir las tuberías, correspondientes a los grados de HDPE de uso más común (PE 100 y PE 80) se muestran en el **ANEXO D**,

Inspecciones y ensayos de tuberías de HDPE

Las Empresas adquieren las tuberías tanto de proveedores nacionales y/o extranjeros, en función de las especificaciones técnicas previamente definidas en el expediente de obra o el diseño de los accesorios teniendo en consideración las normas ISO 4427 y DIN 8074.

El control de recepción de los lotes de tuberías, sea en planta o en obra del proyecto, se realiza de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- Se verifica la cantidad de tuberías recibida en la obra o en el almacén de la empresa, de acuerdo con la orden de compra.
- Se verifica y revisa los certificados de calidad emitidos por el proveedor. (**Ver ANEXO E**)
- En caso el cliente lo solicite, La empresa debe solicitar al proveedor de la Tubería, certificar las características y propiedades de la tubería de HDPE

PROCEDIMIENTOS PARA EL TRANSPORTE Y MANIPULEO DE LAS TUBERÍAS DE HDPE

El inadecuado transporte y almacenamiento de las tuberías, generan alteraciones en el aspecto físico del material que pueden en algún caso impedir su instalación o requerir intervención adicional para recuperar la tubería. En tal sentido se deben seguir los siguientes procedimientos:

En el transporte, los tubos tienen que descansar por completo en la superficie de apoyo. Si la plataforma del vehículo no es bien plana a causa de salientes, conviene colocar listones de madera u otro material análogo, para compensar dichos salientes. La separación entre listones deberá ser de 0,40 m. aproximadamente. En lugar de listones se podrán igualar estos salientes con una capa de arena, viruta u otro material.

Se recomienda proteger la parte más expuesta, que es el extremo del tubo, en los casos en que exista la posibilidad de ser perjudicada; un saco o una arpillera bien colocada pueden eliminar la posibilidad de un deterioro.

Hay que evitar que los tubos rueden y reciban impactos. Es aconsejable sujetarlos con cordel o cuerda. No utilizar cables ni alambres.

Debido a la flexibilidad de los tubos, se procurará que no sobresalgan de la parte posterior del vehículo en una longitud que permita el balanceo de los mismos. Como sea que por el ligero peso de los tubos el camión lleno en volumen puede admitir todavía más peso, si el tubo a transportar lo permite, se pueden colocar dentro de los de mayor diámetro, otros de menor.

Durante el transporte no colocar peso encima de los tubos, que puedan producirles aplastamiento. Asimismo debe evitarse que otros cuerpos, principalmente si tienen aristas vivas, golpeen o queden en contacto con ellos.

Si un tubo hubiera sufrido desperfectos, puede cortarse la parte dañada y aprovechar el resto.

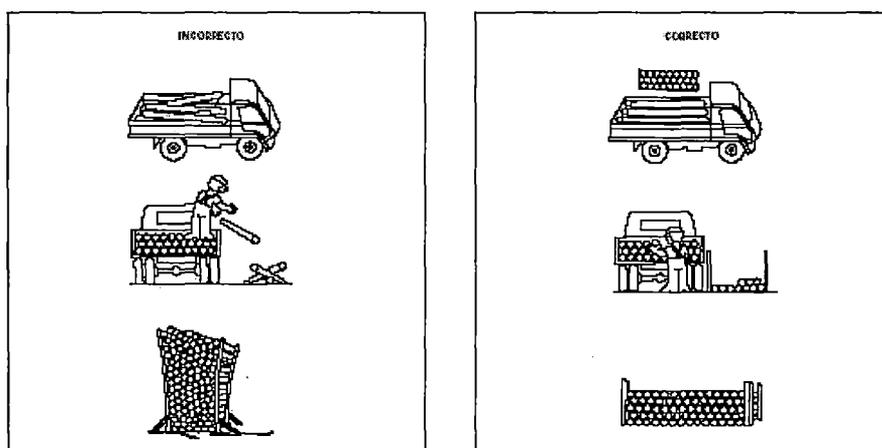
Para el transporte de tubería en forma de rollos, debe procurarse en lo máximo posible que éstos estén colocados de forma horizontal, pudiéndose apilar varios de ellos; el de la parte inferior debe descansar sobre superficie plana, exenta de salientes que puedan dañar el tubo.

Los rollos de gran diámetro que, por sus dimensiones, la plataforma del vehículo no admita en posición horizontal, deben colocarse verticalmente, teniendo precaución de que estén el menor tiempo posible en esta posición.

No deben forzarse los rollos, para evitar que éstos se deformen y pierdan su forma circular.

Figura N° 4.1

Buenas Prácticas del transporte de tuberías.



Fuente: catalogo DURATEC

Procedimientos para el almacenamiento de las tuberías de HDPE

Deberá verificarse lo siguiente antes de descargar la tubería o producto derivado de HDPE:

- Que el equipo de manipuleo utilizado en el sitio de trabajo sea adecuado y que no represente ningún riesgo de daño para la tubería; y
- Que el personal manipule la tubería con cuidado.

Luego de la llegada al sitio de trabajo, el personal (supervisor de calidad), observará la superficie de todas las tuberías para verificar la existencia de defectos o de daño a los mismos. Esta inspección deberá ser realizada sin desenrollarlos a no ser que se encuentre o presuma la existencia de defectos o daños. El Jefe de Operaciones deberá informar al suministrador proveedor de la tubería de cualquier daño encontrado.

El almacenaje de los tubos deberá efectuarse preferentemente en locales cubiertos, y sobre superficies planas y limpias. Conviene no almacenarlos de forma vertical. Deberán amontonarse cuidadosamente, sin dejarlos caer, formando capas horizontales y colocados paralelamente.

Si no hubiera paredes de contención, para evitar el desplome de la pila deberán asegurarse los tubos extremos de la capa inferior con cuñas de madera o tierra blanda. En caso de utilizar las cuñas, deberá procurarse que éstas no tengan cantos vivos; la separación entre ellas deberá ser de 1 metro aproximadamente.

Para la formación de capas superiores, se tendrá presente que un tubo debe descansar entre dos de la capa inferior. La altura de apilamiento, a fin de evitar esfuerzos importantes en las capas inferiores, no sobrepasará los 2 metros. En zonas cálidas, o en temperaturas superiores a 50°C, ésta se reducirá a 1,5 metros.

En épocas calurosas, si no existe un cobertizo, se optará por el almacenamiento en lugares sombreados, especialmente durante las horas de más calor; si esto tampoco fuera posible, se cubrirán los tubos con una lona, ramaje o cualquier otro sistema. En todos los casos conviene evitar la exposición prolongada a los rayos solares.

Los rollos deberán ser almacenados también sobre superficies planas y limpias, en forma horizontal, pudiéndose apilar unos encima de otros. No dejarlos nunca almacenado verticalmente puesto que su propio peso podría producir el ovalamiento del rollo, con la posible formación de pliegues en el tubo.

Al mover los rollos para el almacenaje, pueden hacerse rodar sobre sí mismos, procurando que en su camino no pisen objetos punzantes o con aristas que puedan dañar la superficie del tubo.

Si es necesario desatar un rollo para cortar un trozo de tubo, es conveniente atarlo de nuevo sin apretar excesivamente las ataduras, a fin de no segarlo. Para cortar el tubo, utilícese una sierra, un cuchillo o un cortador especial, nunca una tijera u otra herramienta que al cortar pueda producir un aplastamiento del mismo.

D ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL PROCESO DE SOLDADURA

Son varios los métodos que se emplean para soldar tubos de HDPE, tales como: soldadura por Termofusión, Electrofusión. La elección del método depende de las características de la tubería, de las características del fluido que van a conducir y del diámetro de la tubería que se van a unir.

Asegurar la calidad del proceso de soldadura, significa garantizar una secuencia de trabajo continua, sin pérdidas de tiempo y con la calidad establecida, que permitirá obtener un producto con las propiedades mecánicas requeridas tales como la resistencia, la ductibilidad y la estanqueidad, así como el logro de uniones soldadas sanas y sin defectos.

Un factor crítico de éxito para el proceso de soldadura lo constituye el binomio equipo de soldar - soldador. El tiempo de calentamiento, la temperatura y la presión deben ser ajustadas, de tal manera, que permitan mantener las propiedades físicas originales del material. Asimismo, temperatura y presión deben ser cuidadosamente chequeadas y adaptadas al tipo de tubería, al diámetro del tubo y al espesor del mismo. Por su parte, el soldador debe poseer los conocimientos y habilidades de las técnicas de soldadura además debe tener conocimientos en los aspectos teóricos y prácticos.

En el ámbito teórico debe conocer al menos lo siguiente: reglas para soldar materiales termoplásticos; operación y control del equipo de soldadura; procesos de soldadura; preparación de las piezas a soldar; nociones sobre los materiales termoplásticos; nociones sobre las tuberías de HDPE (material, SDR, diámetros, normas); prevención y corrección de defectos en la soldadura; aspectos de seguridad en los trabajos de soldadura. En el ámbito práctico debe conocer al menos sobre lo siguiente; completar hojas e registro de cada soldador efectuado, manipular y operar el equipo de fusión. La norma ISO-EN 13067, detallan procedimientos de capacitación y evaluación de soldadores.

En las páginas siguientes, se desarrollan los Procedimientos operativos del sistema de aseguramiento de calidad propuesta. Para tal efecto se ha tenido como referencias las siguientes normas:

- ISO 21307, Tuberías y accesorios de plástico procedimientos de unión.
- ISO12176-2, Tuberías y accesorios de Plástico – Equipo para la fusión de unión de polietileno – Parte 2: Electrofundición.
- ISO18225, Sistemas de tuberías de plástico- Los sistemas de tuberías multicapas para instalaciones de gas-especificaciones para los sistemas
- ISO 10839, Tubería y accesorio de polietileno – Código de práctica para el manejo, diseño e instalación.
- ISO 13067, Personal de soldadura de plástico –Pruebas de cualificación de soldadores.

Control de calidad en el Proceso de Soldadura

Antes de comenzar la ejecución de la soldadura se chequeará la existencia y disponibilidad de todo material, equipo, instrumento, herramienta, etc. así como su buen estado en el lugar de trabajo. Esto ahorra pérdidas innecesarias de tiempo y dinero que garantiza la calidad de los trabajos.

Condiciones previas

Para la ejecución de la soldadura en la fábrica o a pie de obra con la calidad y eficacia requeridas, se deben acometer acciones previas que preparen las condiciones para realizar el trabajo. Estos trabajos previos influyen determinantemente en acortar los tiempos de ejecución y disminuyen las dificultades, sobre todo a pie de obra. Entre ellos se incluyen la inspección y evaluación de los tubos, las piezas y los materiales en general y la selección adecuada de los equipos, los accesorios y las herramientas.

Control de calidad de los tubos y piezas de conexión

El procedimiento se aplica a las soldaduras de tubos y piezas de conexión de acuerdo con las especificaciones siguientes:

- El material de los tubos y piezas de conexión es el Polietileno de Alta Densidad (PEAD). En la obra se deben chequear los certificados de calidad de la fábrica.

- Chequear si las dimensiones de tubos y piezas se corresponden con las de proyecto, así como la presión nominal.
- Los tubos y piezas que no reúnan estas especificaciones serán rechazadas o en su defecto rectificadas.
- Chequear si las superficies, y sobre todo las de las uniones, no están deterioradas a causa de su transportación y manipulación, y si reúnen los requisitos mínimos indispensables.
- Los tubos y piezas que aprueben las especificaciones antes expuestas pasarán a su almacenamiento a pie de obra, de forma adecuada o a lo largo de la zanja.
- Se debe hacer un acta de recepción a pie de obra en la que se recoja lo establecido anteriormente, que formará parte de la documentación de la obra.
- Los listados de materiales o paybook, y otros aspectos se agruparán por fábricas de producción.

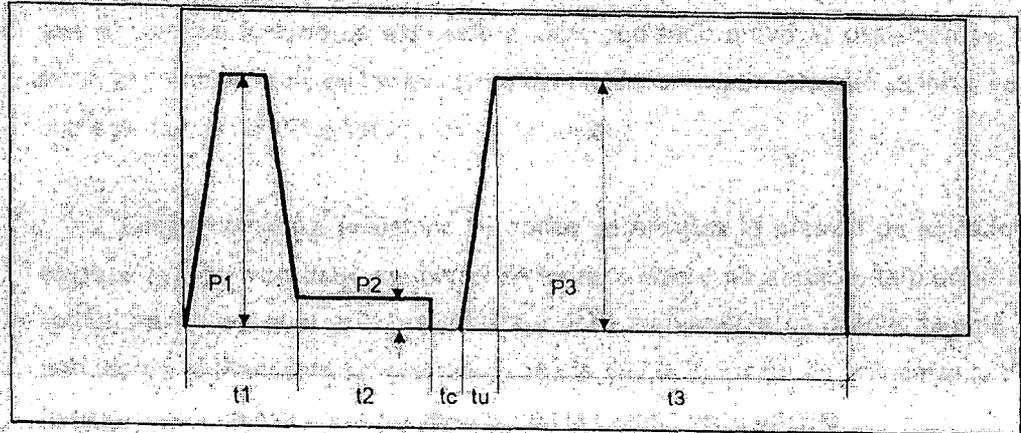
En el **APENDICE G**, se propone el formato para la verificación general del producto

En el **APENDICE H**, se propone el formato para la verificación Técnica del producto

Procedimientos recomendados para el adecuado uso de los equipos de soldadura, accesorios y herramientas

Las principales secuencias del proceso de soldadura en el que se fundamentan las operaciones de los equipos automáticos de soldadura, son ilustradas gráficamente en la figura, donde la presión es dada como función del tiempo.

FIGURA N° 4.2
PRESIÓN - TEMPERATURA



Fuente: Fabricantes de equipos de soldaduras

El procedimiento comienza cuando el plato calefactor ha alcanzado la temperatura de soldadura que normalmente es entre 200 y 220°C para Polietileno de Alta Densidad. Con el plato calefactor colocado entre los extremos de los tubos, primero se aplica una alta presión P_1 por un tiempo t_1 de tal manera que el contacto con toda la superficie es alcanzada entre el plato calefactor y los extremos de los tubos luego, a una muy baja presión P_2 (casi 0) es mantenida en forma constante durante el tiempo t_2 , este tiempo es una función del espesor de la pared del tubo.

Una falla común es que t_2 es elegida demasiado corta, de tal manera que la profundidad del material fundido es insuficiente. Cuando se aplica la presión de soldadura P_3 . También es muy importante que la presión P_3 no sea tan alta como para forzar demasiada salida de material fundido produciéndose la soldadura con material frío.

El tiempo t_c donde el plato calefactor es retirado y las tuberías se presionan entre sí, debe ser lo más corto posible, este tiempo es muy crítico ya que el material fundido es expuesto al aire, pudiendo provocar oxidación en el material y enfriamiento en los extremos de los tubos, es por esto que se insiste en que este tiempo t_c debe ser lo más corto posible.

Luego comienza el tiempo t_u donde se alcanza la presión de soldadura elegida. La presión debe ejercerse en forma suave y no abrupta, la presión de soldadura P_3 es igual a la presión P_1 y debe mantenerse constante durante el periodo t_3 , está comprobado que la duración de enfriamiento del tiempo tiene una influencia significativa en la calidad de la tubería.

Un error común es elegir un tiempo muy corto de enfriamiento, para mejorar los rendimientos. Una buena calidad de soldadura significa que la resistencia de la unión debiera ser similar a la resistencia del tubo mismo.

De los parámetros de control de los equipos

El equipo se instalará de acuerdo con las especificaciones técnicas del fabricante y teniendo en consideración la influencia de diversos parámetros y factores que impactan en la calidad de la soldadura, como son:

Calor de Fusión.

La utilización de solventes o pegantes para unir tuberías de polietileno es inaceptable, sin embargo, pueden usarse ajustes mecánicos (el fabricante en particular debe consultar primero las instrucciones de instalación

Temperatura del Termoelemento Correcta.

Debe probarse la exactitud de los termómetros del termoelemento para la exactitud con un pirómetro de superficie o indicadores de barra de lápiz, por lo menos una vez al día

Presión de Fusión Adecuada.

Debe consultarse al fabricante del equipo de fusión para la conversión apropiada de esta presión de interfaces y así calibrar la presión de acuerdo al equipo específico.

Severas Condiciones de Temperatura del Ambiente.

El calor extremo y el viento frío del ambiente alteran el tiempo de enfriamiento de la soldadura, por lo tanto debe tenerse cuidado con los tiempos de enfriamiento y las condiciones ambientales del lugar en donde se encuentra la soldadura debido a que estas condiciones son inversamente proporcionales y son las que aseguran que se complete la fusión, además el viento enfría la placa de calentamiento y puede causar una distribución

desigual de la temperatura. Se debe tener cuidado de que el procedimiento de fusión sea protegido de la lluvia, la nieve u otras condiciones de humedad excesivas.

Técnicas de Fusión de Chequeo Doble.

Las presiones del contacto y ciclos de calentamiento / enfriamiento pueden variar dramáticamente según el tamaño de la tubería y espesor de la misma.

Los operadores no deben confiar en un equipo de soldadura automatizado exclusivamente para la calificación de la soldadura. Además siempre deben hacerse inspecciones visuales y calificación de cada soldadura, si es necesario deben utilizarse métodos de prueba para formular presiones correctas y obtener los tiempos y las presiones adecuadas para la aplicación.

Uso de Tiempos de Enfriamiento Adecuados.

Un parámetro importante en el tiempo de soldadura es utilizar un tiempo de enfriamiento adecuado. Las soldaduras deben permanecer totalmente estables hasta que la fusión se complete. Tiempos de enfriamiento demasiado cortos, pueden dar una soldadura frágil, debido a tensiones internas.

Suciedad, Aceite y Residuos.

Cualquiera de estos elementos en el porta-elemento, en la cara o en cualquier otra parte de la superficie de las soldaduras, puede causar una soldadura impropia o defectuosa, la contaminación de la junta soldada puede reducir o condenar drásticamente la vida de la misma.

Es recomendable limpiar las áreas de la tubería, después de refrentarlas o lijarlas. Se deben quitar las virutas u otros residuos y para ello se recomienda el uso de toallitas blancas (servilletas) desechables; el uso de solventes puede dejar depósitos dañinos en la zona donde se realizará la soldadura. Siendo solamente aceptada la aplicación de Alcohol.

Tiempo de Calentamiento Apropriado.

No se deben asumir los tiempos de calentamiento, ya que éstos están determinados.

Lea las notas que se encuentran en cada instructivo del fabricante del equipo, ya que éstas contienen una explicación apropiada del punto inicial del ciclo de calor.

Alineación.

La falta de alineación entre los extremos de la tubería puede causar una disminución en la vida de la soldadura y/o reducción de la unión. Esta puede producirse por una mala colocación de las mordazas que sostienen la tubería o por estar torcidas. Es importante que la falta de alineación sea lo más pequeña posible, si la falta de alineación es grande, se presentarán entalladuras afiladas con acumulación de tensiones. La falta de alineación no debe exceder el 10% del espesor de pared de la tubería.

Velocidad de Fusión (VF).

Otro criterio a considerar en las soldaduras es la velocidad de fusión. La norma DIN 16776, parte I, especifica diferentes grupos de índices de fusión. Para tubería de resinas son comunes:

- Grupo 003(VF 190/5; 0.1 – 0.4)
- Grupo 005(0.4 – 0.7)
- Grupo 010(0.7 – 1.3)

Se puede alcanzar un factor de soldadura de largo plazo de 0.8, de acuerdo a norma DVS 2203, parte A.

En conclusión los parámetros más importantes que influyen en la calidad de la soldadura, son: el diámetro de la tubería a la cual se le realizará la soldadura, los tiempos tanto de calentamiento como de enfriamiento y las presiones.

Existen una serie de *parámetros que pueden ser difíciles de controlar*, como es el caso de:

Tiempo de Cambio.

Cuando se sueldan tuberías grandes resulta difícil acortar el tiempo de cambio. Esto sería deseable, pues al estar los extremos expuestos al aire, se produce enfriamiento de la superficie, que tiene una influencia en la calidad de la unión.

Las máquinas de soldaduras más recientes permiten que la placa calentadora deslice hacia el lado, que es mucho más rápida que levantarla.

Presión de Enfriamiento.

La fuerza de arrastre se debe medir y añadir a las presiones de enfriamiento y de soldadura.

Inmediatamente después de la unión es importante vigilar la presión de soldadura y comenzar la caída de presión. La fuerza sobre las tuberías durante el enfriamiento, tiene que exceder la fuerza de fricción para compensar la retracción durante el enfriamiento. De otro modo, el resultado será una presión de soldadura negativa y grandes tensiones residuales o incluso poros o huecos, esto dará lugar a una disminución de la resistencia de la soldadura a largo plazo.

Inspección del Proceso de Soldadura

La inspección del proceso de soldadura que se propone implementar tiene como objetivo asegurar un control de calidad adecuado, mediante:

- El examen específico en el campo de cada soldadura de tubería para asegurar la calidad e integridad de la soldadura.
- Cada soldadura debe tener una identificación única o números únicos de identificación y documentar el nombre del soldador que hizo la soldadura, y el inspector de la soldadura, y cuando resulte necesario del radiólogo que interpretó los resultados de la radiografía de cada soldadura, con el fin de que los controles aplicados con posterioridad a las uniones soldadas deban ser correctamente interpretados y evaluados.

Bajo estas consideraciones, una primera inspección de la soldadura ocurre en el caso de las máquinas automáticas, que cuentan con mecanismos de control interno, una vez que la máquina completa el proceso de soldadura, se sacan los tubos de la máquina y se efectúan las siguientes acciones:

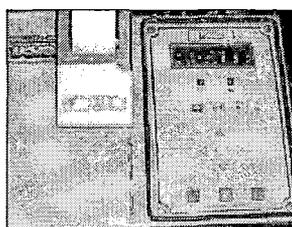
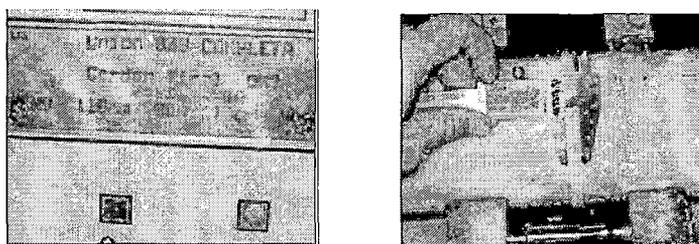
- Se verificará mediante la lectura en el módulo que el resultado de la fusión es correcto, comprobando seguidamente, ya sea mediante lectura en el display o

mediante impresión, que los parámetros (SDR, DN) de soldadura son los que corresponden a la tubería y/o accesorio soldado.

- Se cortará y se repetirá el proceso en el caso que la máquina indique que la soldadura es incorrecta o que los parámetros no han sido seleccionados adecuadamente.
- Realizar una inspección visual de la soldadura y verificar que la anchura del Cordón, está dentro de los límites indicados en las tablas una vez transcurridos el tiempo de soldadura.

Figura N° 4.3

Comprobación de la soldadura



Impresión del resultado de la fusión

En una segunda etapa y una vez extraída de la máquina el material HDPE soldado, será verificada por algunas de los métodos de control siguientes:

- Inspección visual
- Ensayos no destructivos
- Ensayos destructivo

Inspección visual

La más simple y necesaria es la inspección visual, la que debe realizarse por personal calificado y con experiencia, según norma ISO 9712 “Calificación y certificación de operadores de ensayos no destructivos”

Se recomienda esta técnica para comprobar la integridad superficial de un material. Por tal razón su aplicación es conveniente cuando es necesario detectar discontinuidades que estén en la superficie, abierta a esta a profundidades menores de 3 mm.

Es necesario aclarar que soldaduras visualmente buenas no garantizan una buena calidad mecánica.

La exanimación visual generalmente determina condiciones en las superficies tales como:

- Deformación localizada en una zona del cordón. La superficie debe ser lisa, sin aspecto espumoso.
- Desalineamiento en las superficies de las uniones,
- Forma o evidencias de fugas.
- Accesos o ángulos de visión e iluminación

Son consideraciones muy importantes ya que el examen visual depende directamente de las condiciones existentes.

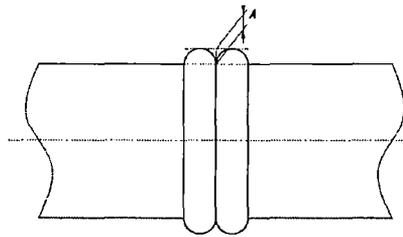
Los procedimientos recomendados para la inspección visual son las siguientes:

INSPECCION VISUAL PARA TERMOFUSIÓN

SIMETRIA DEL CORDON

Las uniones deben presentar un cordón simétrico alrededor de toda la circunferencia de la tubería, como se muestra en el esquema N° 1. La profundidad A, de la depresión del cordón no se debe extender bajo la superficie de la tubería

ESQUEMA N°4. 1



ALINEACION DE LAS PARTES SOLDADAS

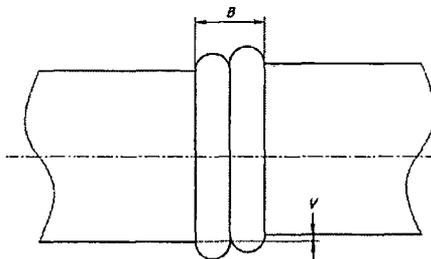
Las tuberías y accesorios deben estar alineados.

El desalineamiento V, no debe superar $0,1 e_n$ (siendo e_n el espesor de pared nominal). Este valor no debe ser excedido en ningún punto alrededor de la circunferencia.

ANCHO DEL CORDÓN

El ancho del cordón B, depende del tipo de HDPE, del proceso de producción de la tubería o del accesorio, del elemento calefactor, de la temperatura y del ciclo de fusión

ESQUEMA N°4.2



INSPECCION VISUAL PARA ELECTROFUSIÓN

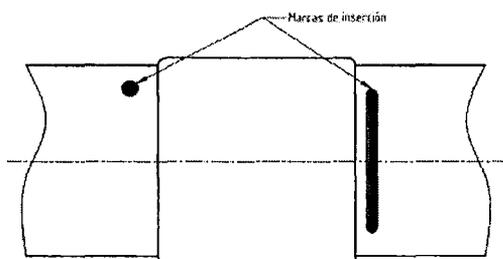
ALINEACION DE LAS PARTES SOLDADAS

Las tuberías y accesorios deben estar alineadas. El desalineamiento, V , no debe superar $0,1 e_n$ (siendo e_n el espesor de pared nominal). Este valor no debe ser excedido en ningún punto alrededor de la circunferencia. Ver Esquema N° 4.2

INSERCIÓN

Las marcas de inserción se debe inspeccionar para verificar la adecuada inserción del extremo de la tubería o del accesorio. En el esquema siguiente se esquematiza las marcas a inspeccionar.

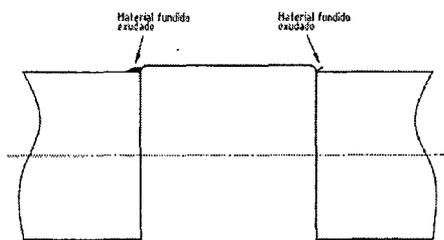
ESQUEMA N° 4.3



MATERIAL FUNDIDO

Se debe inspeccionar que no se encuentre material fundido o extrudado fuera del accesorio como se muestra a continuación:

ESQUEMA N° 4.4



Los defectos más comunes encontrados por el método visual son los siguientes:

- Grietas o rajaduras. Estos defectos no se permiten en ninguna dimensión.
- Desalineación entre las partes unidas por la soldadura. No se permiten si son mayores al 10% del espesor de la pared.
- Cordones de soldadura superficiales disperejos. No presentan una distribución uniforme a ambos lados del plano de la unión. No se permiten.
- Cordones de soldadura superficiales pequeños por falta de suficiente presión. No se permiten. Las alturas apropiadas de estos cordones son reflejadas en las tablas de los suministradores de los equipos, en dependencia de los diámetros y presiones nominales de los tubos.
- Falta de fusión completa de la unión soldada en todo el perímetro. No se permite.
- Porosidad superficial inadecuada. Ocurre cuando un poro individual tiene una dimensión mayor a 3,17 mm o excede el 25% del espesor de la pared del tubo, así como cuando en una concentración de varios poros la suma de sus longitudes es mayor a 12 mm en cualquier longitud de la soldadura, dentro de 300 mm.

La unión soldada que no satisfaga los criterios de aceptación o rechazo establecidos en el examen visual será rechazada y no será necesario realizar otro tipo de control.

Sin embargo debemos precisar que es necesario que soldaduras visualmente buenas no sean garantía de una buena calidad mecánica, por lo que sería recomendable realizar una prueba fiable no destructiva para control de la calidad de la tubería en el campo

Ensayos no destructivos

Los ensayos no destructivos son aquellos que determinan la durabilidad o calidad de una parte o material sin limitar su utilidad, o la aplicación de métodos físicos indirectos, como es la transmisión del sonido; etc. Dichos métodos no alteran de forma permanente las propiedades físicas, químicas, mecánicas dimensionales de un material., lo que hace posible la reutilización de la pieza en estudio una vez concluido el ensayo, o por prueba hidrostática.

Las soldaduras se pueden inspeccionar usando métodos no destructivos, la consisten en métodos por ultrasonido inspección por Presión Hidrostática y Presión Neumática; estas pruebas pueden detectar fallas, tales como desalineación, poros o inclusive huecos y grietas. Se recomienda seguir los procedimientos indicados en la serie de normas UNE 13100

Radiografías

Estas son utilizadas para detectar discontinuidades sub superficiales en soldaduras de polietileno de alta densidad, la fuente radioactiva utilizada son los rayos gamma (iridio-192) y rayos x industrial.

Tintas Penetrantes

Se utilizan para detectar defectos superficiales en uniones soldadas, para esto se utilizan tintas penetrantes fluorescentes removibles con solvente, este método no es aplicable a las soldaduras por Electrofundición, ya que los filamentos de cobre que contienen para producir la fusión alteran los resultados del ensayo y estos no son objetivos y aceptables.

El ensayo debe realizarse mediante la técnica de penetrantes fluorescentes removibles con solvente.

Las piezas son preparadas pasándole a estas una lija fina de manera que se encuentren completamente lisa, se limpia con solvente libre de residuos sólidos y la superficie es secada por aire a temperatura ambiente, completado este procedimiento se aplica el reactivo llamado penetrante permitiendo la entrada dentro a las fisuras abiertas a las superficies, este liquido se aplica por rociador a una distancia entre 20 y 50 cm. de la pieza a ensayar. El tiempo de penetración para este tipo de material debe ser de 5 min. como mínimo y 30 min. como máximo.

Transcurrido el tiempo de penetración, se debe remover el exceso de liquido penetrante, teniendo cuidado de no remover el liquido de las discontinuidades. La aplicación del revelador se hace sobre la pieza logrando una capa uniforme. El tiempo de revelado será de 7 min.

La interpretación se realiza observando la pieza ensayada durante la aplicación del revelador para visualizar el comportamiento de indicaciones que tienden a exudar profusamente. La interpretación final se realiza después de haber transcurrido de 7 a 30 min.

Limitaciones de los ensayos no destructivos

Si bien los ensayos no destructivos son relativamente fáciles de aplicar, se recomienda que el personal que los realice haya sido debidamente capacitado y calificado y que cuente con la experiencia necesaria a fin de que se interpreten y evalúen correctamente los resultados y se evite el desperdicio de material o las pérdidas de tiempo por sobre inspección.

Estas pruebas aseguran que no haya fugas del fluido en las soldaduras efectuadas en un tramo parcial o en la red total y se hará con la tubería fuera de las zanjas o dentro de ellas.

Ensayos destructivos:

Este tipo de ensayos, debido a su costo y requerimiento de equipos complejos para su ejecución debe ser abordado cuando sea estrictamente necesario o a solicitud del cliente, de acuerdo a un plan de muestreo acordado entre la empresa y el contratista.

Los ensayos destructivos conocidos a la fecha son: de resistencia a la tracción y doblado de la unión soldada.

Resistencia a la tracción:

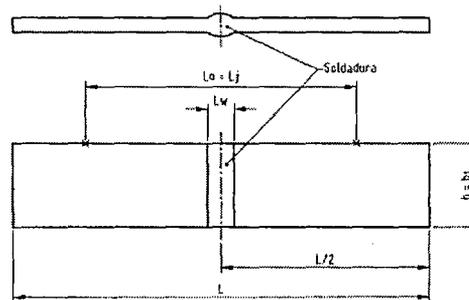
Se deben tomar probetas de las zonas de unión de ancho y largo especificados: Un esquema de ensayo se muestra a continuación

Se realizará un ensayo de tracción siguiendo los procedimientos establecidos en las normas: ISO 13953 – EN 12814/2 y EN 12814/8

Se considerará satisfactorio cuando la ruptura de las probetas, se produce fuera de la zona de unión y la interfaz de fusión no presenta cavidades, fisuras ni otras deficiencias.

Cada probeta o muestra que falle en la zona de mordazas deberá ser ensayada nuevamente

ESQUEMA N° 4.5

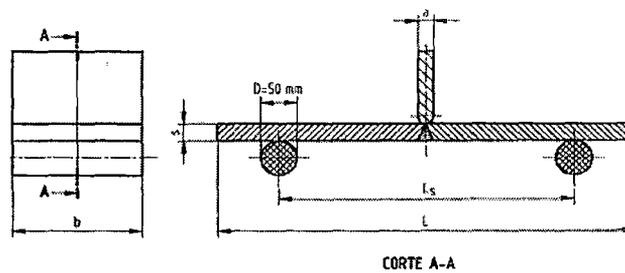


Ensayo de doblado

Se debe tomar probetas de las zonas de unión de ancho especificado y largo especificado a cada lado de la zona de unión

Se realizará un ensayo de doblado siguiendo las normas EN 12814/1 y EN 12814/8.

ESQUEMA N° 4.6



Ensayo de presión

De acuerdo a un plan de muestreo acordado entre la empresa y el contratista, se realizará un ensayo de presión hidrostática a 20°C siendo el procedimiento descrito en la Norma técnica ASTM 714

Criterios de aceptación o rechazo de las uniones soldadas

Los métodos de inspección determinarán la cuantía y magnitudes de los defectos en la soldadura, pero éstos deberán ser evaluados por el personal debidamente formado y capacitado para ejecutar los controles y emitir el dictamen si los mismos son aceptables o no. Para esto, contarán con fotos o con muestras de uniones soldadas bien hechas, las cuales ayudarán a llegar a conclusiones de forma comparativa, sobre todo por el método visual, el cual sólo detecta defectos superficiales en las soldaduras.

En todos los casos de unión soldada defectuosa, la misma se picará y se hará nuevamente.

Mediciones y registros de los controles no-destructivos

A pesar del cuidado y calidad con que se realicen, todos los controles de las uniones soldadas serán insuficientes si posteriormente no se elabora un informe detallado, en el cual se describan los trabajos realizados y sus resultados.

El reporte de los controles debe recoger como mínimo lo siguiente:

1. Objeto de obra
2. Nombre del ejecutor del control
3. Fecha de realización del control
4. Método de control
5. Identificación de los equipos utilizados y sus características
6. Condiciones en que se realizó el control; parámetros principales
7. Datos específicos de las uniones soldadas; dimensiones, presión nominal, etc.
8. Marca del operador del equipo de soldadura que la realizó
9. Tecnología usada en la unión soldada
10. Tipos y cuantías de los defectos

11. Valoración de la unión soldada

Valoración final

Este reporte será un documento final y oficial de la calidad del trabajo terminado de las uniones soldadas, y servirá como un material de archivo que será indispensable en las futuras reparaciones, para el mantenimiento y la explotación y en los casos de posibles accidentes.

En el **APENDICE J** se propone el formato para el informe de la soldadura

En el **APENDICE K**, se propone el formato para el registro de calidad de soldadura

PROCEDIMIENTOS PARA EL PROCESO DE SOLDADURA POR TERMOFUSION

1. OBJETIVO

Esta instrucción detalla las actividades y responsabilidades en el Proceso de Termofusión, asegurando que se cumplan en forma oportuna y eficiente los requerimientos de Calidad, cumpliendo con la política general de seguridad.

2. ALCANCE

Se aplica a las actividades desde las pruebas iniciales hasta concluir con el ciclo de soldadura por Termofusión.

3 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Plan de operaciones
- Especificaciones del servicio.
- Parámetros de calidad

4. RESPONSABILIDADES

Responsable de operaciones, Es el responsable de supervisar el cumplimiento de las actividades que se realizan durante el proceso de termofusión

- Elaboración de la planificación del Proceso de Termofusión requerido por el cliente, contemplando el número de empleados, número de máquinas, materiales, costo de producción, esta información lo presenta en el *Formato Planificación del Servicio*
- Solicita y revisa los servicios de ensayo a laboratorios externos y anexa los certificados de calidad.

Supervisor de operaciones Es el responsable de supervisar que se cumplan las disposiciones de salud y seguridad por parte del personal de planta así como de visitantes, proveedores y subcontratistas.

Con la Plan del Servicio, asigna a cada operario las tareas a realizar, registrado en el *Cuaderno de Trabajo*.

Supervisor de operaciones /Coordinador del control de calidad

Son responsables de solicitar los servicios de calibración de los equipos de planta.

Supervisor de operaciones / Coordinador del control de calidad En el servicio terminado se llenarán los datos pedidos en el formato de *Control de Calidad*.

Técnico operador Son los responsables de la ejecución del Proceso de Termofusión.

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Se deben considerar lo señalado en los manuales de los siguientes equipos:

- DELTA DRAGON 160S1
- DELTA 315S – MANUAL DE INSTRUCCIONES Y DE MANTENIMIENTO
- DELTA 500 – USE AND MAINTENANCE HANDBOOK
- DELTA 630 – USER AND MAINTENANCE MANUAL
- GAMMA 110 – USE AND MAINTENANCE MANUAL

5. INSTRUCCIÓN

5.1 PRUEBAS INICIALES

- Verificar que funcione correctamente: temporizador, manómetro y termómetro.
- Verificar que funcione correctamente la fresadora, verificar que las hojas de corte estén afiladas.
- Verificar en el elemento térmico que la superficie de teflón esté en perfectas condiciones. Controlar con un termómetro digital que la temperatura programada corresponda a la temperatura que efectivamente se alcanza.
- Efectuar algunas soldaduras de prueba (unión).

5.2 PREPARACIÓN

- Conectar la alimentación eléctrica a la plancha calefactora y ponerla a calentar a la temperatura indicada, de acuerdo al material de la tubería y al diámetro de la misma. Se recomienda limpiarla previamente con papel de fibra larga embebido en alcohol industrial, para eliminar cualquier resto de grasa que pueda estar presente.

Cuando las condiciones climáticas sean adversas (lluvia, viento o bajas temperaturas), será conveniente instalar una carpa de protección que cubra la totalidad del equipamiento y los extremos de las tuberías a soldar.

- En el lugar en que se efectúe la soldadura tiene que ser lo más seco posible. En caso de lluvia, mucha humedad, viento, bajas temperaturas o excesivas radiaciones solares, se tiene que proteger la zona que se desea soldar en modo adecuado.
- Está prohibido usar sopletes con gas caliente o quemadores que estén en contacto directo con las superficies que se deben soldar para aumentar la temperatura.
- Colocar en una posición estable todos los componentes de la máquina.
- Efectuar todas las conexiones hidráulicas y eléctricas (acoplamientos rápidos, central – cuadro, elemento térmico – panel, fresadora – panel, central – grupo electrógeno, cordones prolongadores admitidos).
- Encender la máquina.
- Establecer los parámetros de soldadura.
- Programar la temperatura con el regulador térmico.
- Programar los valores correspondientes al tiempo con el temporizador
- Timer 1: Programar el tiempo de recalentamiento t_2 .
- Timer 2: Programar el tiempo de soldadura t_5 .
- Preparar la máquina, abriendo los carros lo más posible, montar las reducciones si fueran necesarias, y en el caso de soldadura por tope de uniones quitar la cuarta mordaza.
- Introducir y sujetar los elementos en las mordazas.
- Cerrar firmemente las mordazas y verificar el correcto alineamiento.

5.3 FRESADO

- Introducir la fresadora entre los bordes por soldar, apoyar la fresadora en el vástago inferior, sujetar la fresadora al vástago superior usando el tope de bloqueo de seguridad.
- Poner en marcha la fresadora, acercar y fresar los bordes sin esforzar el motor.
- Una vez completado el fresado (las limaduras que se producen tienen que ser continuas y homogéneas en los dos lados que se sueldan) abrir los carros, abrir el motor, quitar la fresadora y volver a colocarla en su soporte, quitar las

- virutas de la superficie interna de los elementos que se hayan soldado, no ensuciar ni tocar las superficies fresadas.
- Se admite como tolerancia máxima un desplazamiento relativo radial entre las caras equivalentes al 10% del espesor de la tubería. De no verificarse el paso xv del presente procedimiento. Liberar las mordazas, aproximar los tubos y repetir el fresado.
 - Mantener en todo momento la zona de trabajo limpia y libre de virutas.
 - Medición de la presión de arrastre, abrir los carros lo más posible, dar vuelta de válvula de máxima presión en el sentido contrario a las agujas del reloj, hasta que el carro móvil quede bien sujetado y llevar hacia la llave de la central (cierre de los carros); la presión de arrastre P_t es el valor de la presión mínimo necesario para obtener el movimiento del carro móvil.
 - Levantar al máximo la leva de la central y dar vuelta en el sentido de las agujas del reloj válvula de máxima presión hasta que el carro móvil empiece a moverse.
 - Leer en el manómetro el valor de la presión de arrastre P_t y anotarlo, después de haber hecho que el carro efectúe un breve recorrido (sin que los bordes por soldar se toquen).
 - Se debe medir el valor P_t en cada soldadura.

5.4 CICLO DE SOLDADURA

Programar la presión ($P_1 + P_t$) en la central oleodinámica, acercar los carros y mantener la leva del distribuidor levantada al máximo. Dar vuelta la válvula de máxima presión hasta que se alcance la presión (P_1+P_t) en el manómetro, accionar en el sentido opuesto la leva de la central y abrir los carros.

Acercamiento y Pre calentamiento:

- Controlar la temperatura del elemento térmico e introducir la termoplaca entre los bordes.
- Cerrar los carros a la presión de pre calentamiento y esperar hasta que la altura del borde sea la que se prevé.

Recalentamiento:

- Descargar la presión sin encender el motor hasta su valor máximo P_2 , suficiente para mantener los bordes en contacto con el elemento Térmico (es posible efectuar esta operación desenroscando la válvula de descarga de la presión).
- Soltar la leva de la central. Esperar el tiempo t_2 . Prestar atención a no separar los bordes de la superficie del elemento térmico. Si esto pasa, es necesario repetir la soldadura.
- Quitar el elemento térmico en el tiempo máximo t_3 , sin dañar los bordes de los dos elementos.
- Alcance de la presión de soldadura, poner los bordes en contacto, aumentando progresivamente la presión hasta el valor (P_5+P_T) , por el tiempo indicado con t_4 . Evitar que el material blando salga de las superficies que se acercaron.

Fase de soldadura,

- Estabilizar la presión, mantener los bordes en contacto a presión (P_5+P_T) por el tiempo indicado con t_5 .
- Abrir las mordazas (no se deben liberar las mordazas de sujeción hasta que la soldadura tenga una temperatura baja, próxima a la temperatura ambiente) y extraer los elementos soldados, desconectar la máquina de su fuente de alimentación una vez terminado el trabajo, desconectar los distintos componentes de la máquina, limpiarlos cuidadosamente, volver a colocarlos en su soporte.
- Completar el informe de soldadura correspondiente a medida que se completan las distintas fases de soldadura.
- Una vez concluida la obra, La Empresa, solicitará al cliente que firme el acta de entrega en el cual constata, que el trabajo es conforme.

6. CONDICIONES CLIMÁTICAS

- Es importante los valores de las variables mencionadas en el actual procedimiento, como son los tiempos y las presiones requeridos en cada etapa deben ser ajustados de acuerdo a las variaciones de las condiciones climáticas imperantes en el lugar de trabajo, la potencia de la plancha calefactora y el polímero utilizado.

7. DISPOSICIONES GENERALES

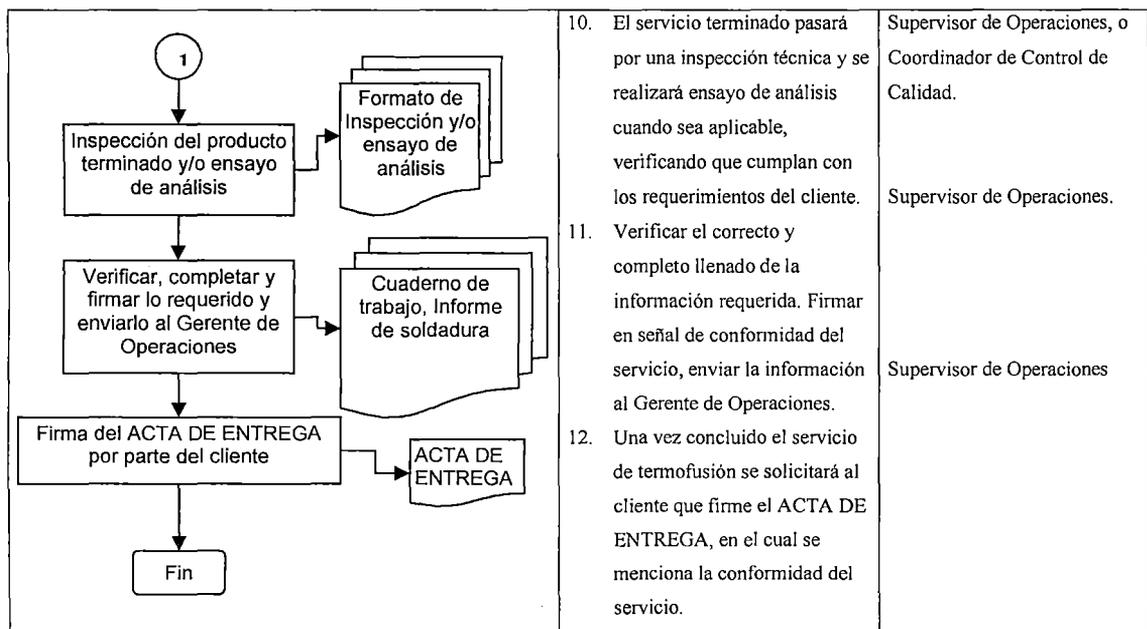
La Empresa tiene la responsabilidad de proteger en sus operaciones, la vida y la salud de sus trabajadores, desarrollando la más alta performance en seguridad y salud ocupacional, siendo coherente con su política general de seguridad.

- Antes de iniciar las labores, verificar que se cuenta con todos los implementos de seguridad necesarios (zapatos, overoles, guantes, trapos, etc.)
- Verificar que no existan condiciones inseguras que puedan generar algún tipo de impacto en el medio ambiente o daños para la salud y seguridad ocupacional.
- Verificar que no existan derrames o herramientas que puedan originar caídas.
- Asegurarse de conocer el lugar donde hay arena y aserrín.
- Asegurarse de estar adecuadamente posicionado al momento de realizar las labores indicadas para evitar trastornos musculares-esqueléticos debido a labores repetitivas.
- Antes de operar cualquier vehículo, herramienta o equipos asegurarse de está operativa.

CUADRO N° 4.12

8. DIAGRAMA DE FLUJO

DIAGRAMA DEL PROCESO	ACTIVIDADES	RESPONSABLES
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de Servicio para realizar el proceso de Termofusión, emitida por el área comercial. 2. Aprobación de la Solicitud o pedido de Servicios. 3. Realizar el llenado del formato de Planificación del Servicio 4. Verificar que los equipos utilizados en la fabricación de accesorios, cumplan con su plan de calibración. 5. Comunica al personal Operativo, la información concerniente al Proceso de termofusión, indicada en el Cuaderno de Trabajo. 6. Realizar las labores encomendadas de acuerdo al Cuaderno de trabajo Identificando los parámetros de proceso, para el pedido, en el Manual de Fabricación de accesorios 7. Completar la Información de Operación en el cuaderno de trabajo y en el informe de soldadura. 8. Verificar que las tareas se ejecuten. 9. Al término de la jornada de trabajo, anotar en el formato designado,, el tiempo de trabajo de la máquina y tiempos de parada. Firmar el parte en señal de conformidad. 	<p>Responsable Comercial.</p> <p>Responsable de Operaciones.</p> <p>Supervisor de Operaciones</p> <p>Coordinador Control de Calidad.</p> <p>Supervisor de Operaciones</p> <p>Técnico Operario</p> <p>Técnico Operario</p> <p>Supervisor de Operaciones</p> <p>Técnico Operario</p>



9. DISPOSICIONES GENERALES

La Empresa, tiene la responsabilidad de proteger en sus operaciones, la vida y la salud de sus trabajadores, desarrollando la más alta performance en seguridad y salud ocupacional, siendo coherente con su política general de seguridad.

- Antes de iniciar las labores, verificar que se cuenta con todos los implementos de seguridad necesarios (zapatos, overoles, guantes, trapos, etc.).
- Verificar que no existan condiciones inseguras que puedan generar algún tipo de impacto en el medio ambiente o daños para la salud y seguridad ocupacional.
- Verificar que no existan derrames o herramientas que puedan originar caídas.
- Asegurarse de conocer el lugar donde hay arena y aserrín.
- Asegurarse de estar adecuadamente posicionado al momento de realizar las labores indicadas para evitar trastornos musculares-esqueléticos debido a labores repetitivas.
- Antes de operar cualquier vehículo, herramienta o equipos asegurarse de está operativa.

10. REGISTROS GENERADOS

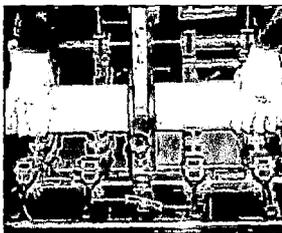
- Cuaderno de trabajo para Termofusión.
- Inspección general
- Inspección técnica
- Acta de entrega
- Informe de soldadura
- Solicitud de pedido

Procedimiento para asegurar el correcto uso del equipo de soldar a tope.

Debido a que la operación de las máquinas es un factor crítico de éxito, para la calidad de las soldaduras, se propone los procedimientos siguientes para el correcto uso de los equipos y maquinas soldadoras automáticas de acuerdo con las “mejores prácticas identificadas”

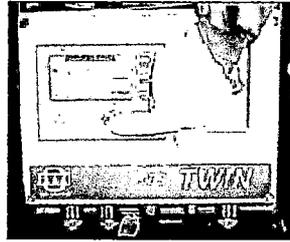
1. Verificar que la máquina se encuentra dentro del período de mantenimiento vigente.
2. Comprobar que las caras de la placa calefactora están limpias y no tienen ningún daño en el revestimiento y que el resto de los elementos no presenten daños apreciables.
3. Seleccionar las abrazaderas de sujeción según el diámetro a soldar.
4. Verificar que los elementos a soldar sean del mismo diámetro y espesor, y se encuentren en buen estado y el corte sea perpendicular eje del tubo.
5. Colocar los elementos a soldar en las abrazaderas de sujeción, con las referencias designadas por el fabricante para cada modelo de máquina.

FIGURA N° 4.4



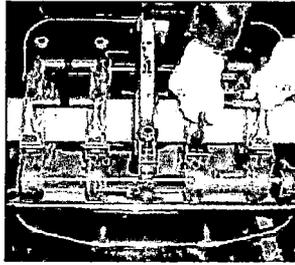
6. Introducir los datos de unión (DN, SDR,..) en la máquina de soldar mediante la selección de los mismos en el módulo electrónico de control de máquina. La forma de introducir los valores varía en función al tipo de máquina.

FIGURA N° 4.5



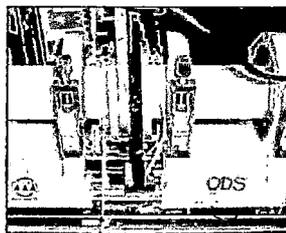
7. Una vez situados los tubos se inserta la refrentadora

FIGURA N° 4.6



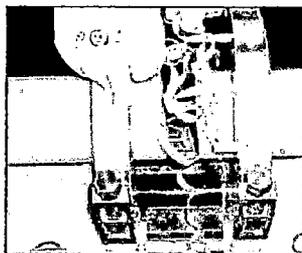
8. Refrentar hasta que la viruta que se obtiene en cada extremo del tubo es continua. En algunas máquinas el refrentado se activa/desactiva seleccionando esta opción en el módulo. Cuando la viruta producida es continua en ambos extremos se para la refrentadora.

FIGURA N° 4.7



9. Sacar de la máquina la refrentadora y la viruta producida

FIGURA N° 4.8



10. Cerrar la máquina para comprobar el resultado del refrentado, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Tolerancia máxima de alineación (mm)
- Tolerancia admisible de corte – máximo 0,5 mm

DN	SDR 11	SDR 17,6
90	0,8	---
110	1,0	0,6
160	1,4	0,9
200	1,8	1,1
250	2,3	1,4
315	2,9	1,8

11. Si no se cumple lo anterior, se repite el refrentado según lo descrito anteriormente

FIGURA N° 4.9



12. La máquina determina la presión de soldadura sumando la presión de arrastre a la presión correspondiente en función de los datos de PE (resina), del SDR y del DN

que se haya seleccionado. La presión de arrastre es la presión mínima que tiene que ejercer la máquina para desplazar, a través del carro móvil, los tubos o accesorios. Esta presión varía en función al peso de los elementos a soldar situados en el carro móvil. La máquina determina automáticamente la presión de arrastre cuando desplaza el carro para la comprobación del refrentado.

13. Limpiar las caras de la placa calefactora con papel. Comprobar que la temperatura de la placa mostrada en el módulo de la máquina está entre 200°C y 220°C. En el caso que la temperatura no esté dentro de este rango la máquina no permitirá continuar con la soldadura.

FIGURA N° 4.10



14. Limpiar las caras de los tubos y/o accesorios con papel celulósico e Isopropanol

15. Insertar la placa calefactora y validar en el módulo electrónico de la máquina el proceso de soldadura. El resto del proceso lo realiza la máquina automáticamente en función del SDR y el DN introducidos por el operario. El operario retirará la placa cuando está lo solicite. En algunas máquinas la placa se retira automáticamente.

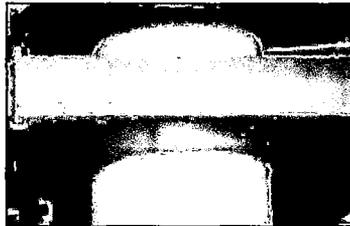
FIGURA N° 4.11



FIGURA N° 4.12



FIGURA N° 4.13



Es en este momento en que se realiza el proceso de soldadura anteriormente descrito

E PROCEDIMIENTOS PARA EL PROCESO DE SOLDADURA POR ELECTROFUSIÓN.

Definición.

Existen dos métodos de Electrofusión (encaje, solape), que no son más que otro sistema de fusión convencional con la única diferencia que en la electrofusión se le incorpora a la conexión una resistencia eléctrica que evita el uso del elemento de calefacción externo. Por lo tanto la diferencia principal entre la fusión de calor convencional y la electrofusión es el método por el cual se aplica calor.

La conexión en su parte externa, trae dos terminales donde se conecta el voltaje que provoca que la resistencia interna funda el material y produzca la fusión. En este punto un sistema interno conectado al control de flujo eléctrico es interrumpido eliminando la corriente eléctrica.

Equipos y materiales.

- Caja de control.
- Prensa manual de alineación.
- Biselador.
- Toallín blanco.
- Alcohol (Propanol, Etilico).
- Accesorios de acuerdo al diámetro del tubo y al tipo de soldadura a realizar.
- Las recomendaciones de los ciclos caloríficos, suministros eléctricos y procedimientos para materiales de plástico son específicos de cada fabricante y por lo tanto deben consultarse anteriormente para evitar inconvenientes.

Procedimientos:

Para obtener una buena soldadura es necesario que se cumplan los procedimientos descritos en la norma ASTM F1290-93.

Electrofusión a Encaje.

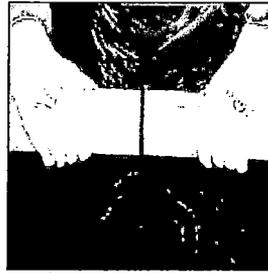
Esta técnica involucra la fusión por medio de calor de las tuberías con el accesorio, encajando los extremos de dicha tubería en el accesorio de electrofusión, durante un tiempo preestablecido.

Cuando la corriente eléctrica se aplica, la resistencia que se encuentra en el interior de la conexión produce calor y funde la superficie interna del accesorio con la externa de la tubería.

El polietileno fundido de los dos componentes pasa a formar una sola pieza. Los procedimientos a seguir son los siguientes:

1. Verificar que los elementos a unir se encuentren en buen estado, y que el corte del tubo sea perpendicular a su eje.

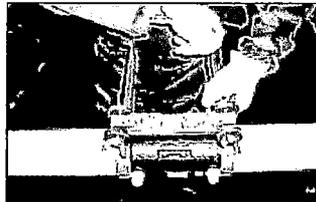
FIGURA N° 4.14



Verificación

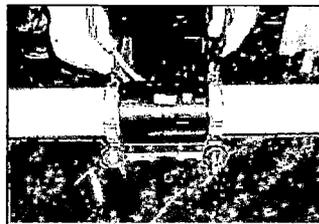
2. Marcar con rotulador indeleble de PE sobre cada uno de los extremos a unir (tubo tubo o tubo accesorio) la longitud que debe entrar dentro de la pieza.
3. Raspar toda la zona marcada de los extremos a unir, en una extensión algo superior, utilizando un raspador.
4. Limpiar las superficies a soldar con alcohol y papel.
5. Volver a marcar la longitud que debe entrar en el accesorio.
6. Situar el accesorio sobre las marcas. Una vez situado sujetar el accesorio para evitar movimientos laterales o axiales durante la soldadura.

FIGURA N° 4.15



7. Conectar los terminales de los cables de la máquina a las conexiones del accesorio, sin que quede sometidos a esfuerzo alguno.

FIGURA N° 4.16



8. Introducir en la máquina de soldadura, los parámetros de fusión que ésta nos solicite. Se hace manualmente.

9. Iniciar el proceso de soldadura siguiendo el método operativo de la máquina utilizada en cada caso, comprobando que durante el proceso la máquina no nos indique ningún error.

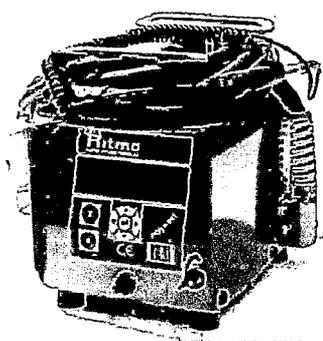
Una vez completado el ciclo de fusión, se comprobará la aparición de material fundido en los testigos de soldadura, constatando que no existe derrame de material por los bordes de la pieza soldada.

10. Desconectar los cables de la máquina y dejar enfriar la zona de soldadura el tiempo indicado, transcurrido el tiempo se podrá retirar el alineador utilizado.

Antes de someter a esfuerzos a la unión (prueba de presión con gas), esta deberá haber enfriado naturalmente hasta temperatura ambiente.

El equipo **POLYWELD**, que es una Soldadora polivalente para Electrofundición de accesorios eléctricos de bajo voltaje entre 8V y 48V en tuberías de polietileno bajo presión, de acuerdo a las normas, posee un sistema de lectura con fotocaptor tipo esferográfico (para código de barras); permite también la introducción manual de los datos de soldadura.

FIGURA N° 4.17



F PROCEDIMIENTO PARA LA INSTALACION SUBTERRRANA DE TUBERÌAS HDPE

En lo que sigue y a fin de asegurar la calidad de la instalación, se propone una guía para asegurar la calidad de instalación subterránea de tuberías de Polietileno de Alta Densidad. Esta guía contiene información de otros manuales tales como: manuales de ASCE/WPCF y las normas prácticas de ASTM D2321

Procedimientos para la Excavación y preparación del encamado

Todos los Sistemas de Zanjas deberán ser excavados por el Contratista de Movimientos de Tierra (a no ser que se especifique lo contrario) en las líneas y anchuras de acuerdo a los planos, en forma previa al tendido de la tubería. Sin embargo, mencionaremos algunos aspectos que deben tenerse en cuenta por el Contratista en esta actividad

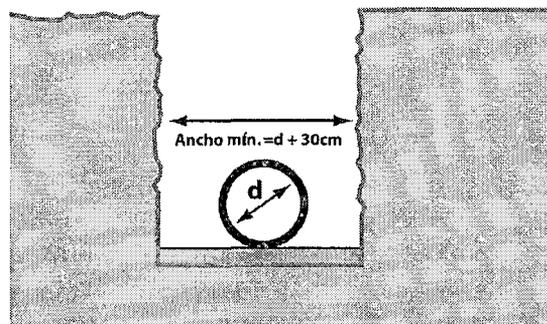
Los factores que determinan el ancho de la excavación son los siguientes:

- Tipo de suelo (estable o inestable)
- Profundidad de la instalación
- Diámetro de la tubería

El ancho mínimo de la zanja debe ser suficiente para proveer el espacio adecuado para acoplar las tuberías dentro la zanja, si fuera requerido, así como para colocar y compactar el material del relleno lateral. Si el acoplamiento de los tubos se realiza fuera de la excavación, el ancho de la zanja puede ser menor.

En general, es recomendable que la zanja tenga un ancho mínimo por lo menos de 30 cm más el diámetro exterior del tubo, para permitir una adecuada compactación del material de relleno, como se muestra en la figura

FIGURA N° 4.18



Con relación a la profundidad de la zanja, ésta depende de varios factores: diámetro y espesor de la tubería, cargas producto del flujo vehicular, estructuras estáticas, etc.

En términos generales, la profundidad mínima de instalación debe proteger a la tubería de los efectos de la carga viva, y del congelamiento en aquellos lugares en que se den temperaturas muy bajas; asimismo, la profundidad máxima se establece de tal manera que no se dificulten las labores de mantenimiento y reparación ni la conexión de nuevos servicios.

En la tabla se muestran las dimensiones recomendables de profundidad y ancho de zanja para la instalación de tuberías:

CUADRO N° 4.13

CARACTERISTICA	CONDICION	DIMENSION (m)
PROFUNDIDAD (m)	MAXIMA*	d + 1,20
	MINIMA URBANO	d + 0,60
	MINIMA RURAL	d + 0,45
ANCHO (m)	MAXIMO	d + 0,50
	MINIMO	d + 0,30

* Para efectos de operación y mantenimiento.

Con respecto al fondo de la zanja, éste debe ser relativamente uniforme y sin piedras, proporcionando un apoyo continuo a todo el largo de la tubería.

Cuando se encuentran rocas o piedras que puedan dañar o causar cargas puntuales sobre la tubería, éstas deben retirarse y se debe rellenar el fondo de la zanja utilizando un encamado compactado de 10 a 15 cm de material fino, como gravilla o arena.

Para la mayoría de los sistemas presurizados, no es necesaria una nivelación exacta del fondo de la zanja, a menos que esto sea especificado. Para sistemas de

flujo gravitacional, la pendiente se debe graduar de igual forma que para tuberías de otros materiales.

En suelos inestables, como pantanosos arenas sin capacidad de soporte, es necesario sobreexcavar y rellenar con gravilla o estabilizado hasta la profundidad adecuada de la zanja.

Además, se debe considerar todas las precauciones necesarias para prevenir derrumbes, que pueden originarse por la presencia de equipamiento de construcción cerca del borde de una excavación o por condiciones climáticas adversas.

Procedimiento para el adecuado Tendido de la tubería

La tubería de HDPE puede unirse al nivel de la tierra y puede bajarse hacia adentro de la zanja o en el caso en que fuese necesario se podrá realizar soldaduras dentro de ella. El exceso de es fuerza o tensión debe evitarse durante toda la instalación, eliminando la posibilidad de que se produzcan tensiones forzadas o deformaciones durante la instalación.

La longitud de tubería que se puede tirar a lo largo de la zanja depende de las dimensiones de la tubería y de las condiciones del terreno. Si el terreno puede producir ralladuras, la tubería debe deslizarse sobre polines.

La máxima fuerza de tiro que se puede aplicar a una tubería de HDPE será estimada usando la siguiente fórmula:

$$F = S A$$

Donde:

F = máxima fuerza de tiro (kgf)

S = máxima tensión admisible del material (kgf/cm²)

A = área transversal de la pared de la tubería (cm²)

El área transversal de la pared de la tubería es:

$$A = \pi (D - e) e$$

Donde:

D = diámetro externo (cm)

e = mínimo espesor de pared (cm)

Cuando se tira una tubería, se debe utilizar un cabezal de tiro o una manga de goma adecuada para protegerla y evitar que los cables de tiro la dañen. Nunca se debe tirar la cañería por el extremo flangeado.

Procedimiento para asegurar el adecuado nivel de Relleno y compactación

El propósito del relleno de la zanja es dar un apoyo firme y continuo alrededor de la tubería. El aspecto más importante para lograr una exitosa instalación subterránea es realizar un correcto relleno alrededor de la tubería.

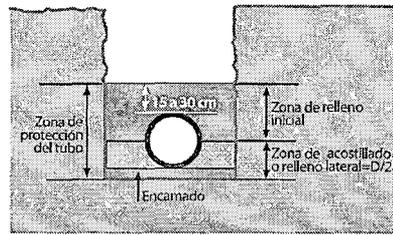
El relleno de la zanja debe realizarse luego de colocar la tubería, tan pronto como sea posible. De esta manera, se disminuye el riesgo de que la tubería sufra algún daño. Igualmente, se evita que la zanja se inunde y se malogre el material de encamado, y que se desestabilicen los taludes.

El material excavado desde la propia zanja se puede utilizar como relleno inicial si es uniforme, no contiene piedras y se desmorona y disgrega con facilidad. El mejor material de relleno inicial es arena fina. Si la tubería es tendida en terrenos barrosos de mala calidad y si las condiciones de carga externa son severas, como en cruces de caminos, se debe utilizar arena como relleno inicial.

El relleno inicial debe ser colocado en dos etapas: la primera es hasta la línea media de la tubería. Luego se compacta o nivela mojando con agua para asegurar que la parte inferior de la tubería esté bien asentada. Se debe tener especial cuidado en que la tubería quede bien apoyada en los costados, ya que la compactación de esta zona influye en forma muy importante en la deflexión que experimenta la tubería en servicio. La compactación depende de las propiedades del suelo, contenido de humedad, espesor de las capas de relleno, esfuerzos de compactación y otros factores. En la segunda etapa, se deben agregar capas adicionales de 20 a 25 cm, bien compactadas, hasta 15 a 30 cm sobre la clave de la tubería. Desde este punto, se puede utilizar el material extraído in situ para rellenar

hasta el nivel del terreno. Se debe tener precaución de no usar equipos pesados de compactación hasta completar al menos 30 cm sobre la clave de la tubería.

FIGURA N° 4.19

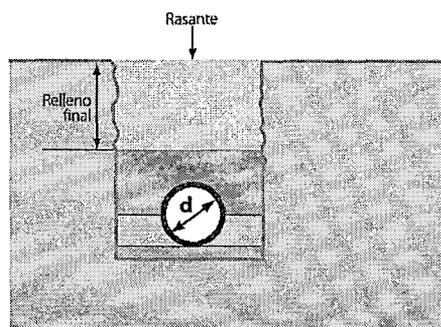


El material de relleno debe seleccionarse y colocarse con cuidado para no dañar la tubería. Se debe eliminar cualquier piedra con mayor tamaño de 38 mm de diámetro, así como escombros o cualquier material con aristas vivas o filosas.

Luego de colocar y compactar el material en la zona de protección del tubo, se debe continuar relleno hasta el nivel de rasante, procurando que el material de relleno no tenga piedras grandes o escombros que dificulten la labor de compactación.

Deberá alcanzarse por lo menos el 90% de proctor estándar en zonas con tránsito vehicular. En áreas verdes o zonas donde no transitan vehículos, el relleno puede efectuarse con volteo manual. La figura siguiente muestra el detalle de relleno final de la zanja.

FIGURA N° 4.20

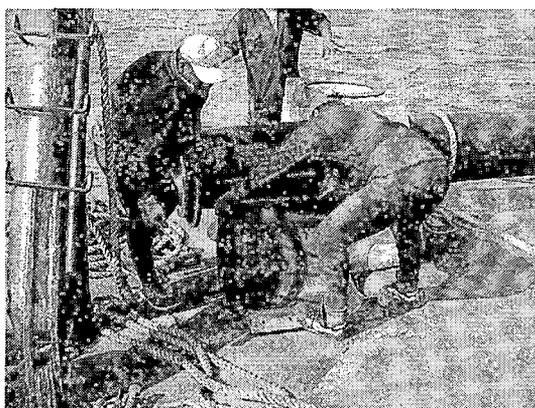


G Procedimientos recomendados para una adecuada instalación y Montaje de tuberías de HDPE, bajo el agua

Cada lugar presenta condiciones diferentes pero es una buena inversión dedicar tiempo a la planificación cuidadosa de las operaciones de fusión de los extremos y acoplamiento de los lastres a la tubería. El concepto primario es de línea de ensamblaje para poner el ensamble completo en el agua tan pronto y fácilmente como sea posible. Los objetivos deben ser:

- a. Mover y manipular los materiales lo menos posible, especialmente los lastres.
- b. Colocar con exactitud los lastres de hormigón en los lugares apropiados de la tubería.
- c. Poner los lastres ya acoplados de la tubería en el agua tan pronto como sea posible después de su acoplado y con el menor manipuleo posible.
- d. Mantener las medidas de seguridad para evitar cualquier posible riesgo.

FIGURA N° 4.21



Lanzamiento al agua y hundimiento

Para permitir que la línea flote en el agua hasta la operación de hundimiento, es necesario cerrar cada extremo para evitar que entre el agua. Esto se realiza mediante un stub end y un flange metálico ciego que produce un sello hermético. Luego la línea se traslada a la posición de hundimiento.

La transición de la línea desde tierra al agua debe ser hecha de tal forma de protegerla de posibles escombros, hielo, tráfico de botes o la acción de las olas.

FIGURA N° 4.22

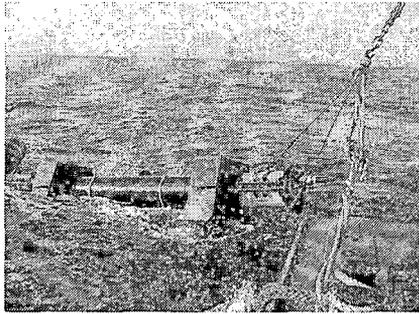
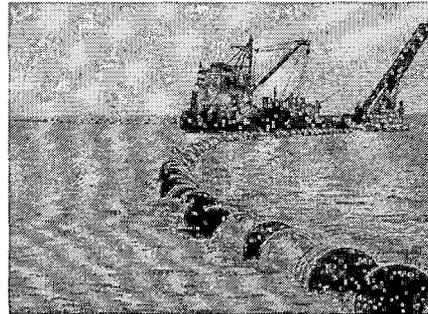


FIGURA N° 4.23



La operación de hundimiento se controla por el ingreso de agua en un extremo y la evacuación del aire encerrado por el extremo opuesto.

La adición de agua a la tubería a una razón controlada asegurará que se posicione correctamente en el lugar deseado y se ajuste a las características del fondo. La razón de hundimiento también se debe controlar para prevenir un radio de curvatura excesivo.

Una vez que la tubería se ha instalado sobre el fondo, se debe realizar una inspección minuciosa de la instalación. Todos los pesos deben estar bien colocados y cuando las corrientes representan un problema, la tubería se debe colocar en una zanja.

Control de calidad de tuberías instaladas

En lo que sigue se propone, los ensayos mínimos para la evaluación de las tuberías instaladas, siendo la más característica e importante, para medir la calidad de la instalación es la prueba de presión hidrostática, (prueba de presión) que puede ser realizado a nivel de laboratorio o en el mismo campo

Pruebas de presión.

Llamadas también de integridad, son aquellas en las en las que se prueba la capacidad de un componente o de un recipiente para contener un fluido (líquido o gaseoso), a una presión establecida, sin que existan pérdidas apreciables de presión

de prueba en un periodo previamente establecido. Este tipo de inspección se utiliza empleando cualquiera de los siguientes ensayos:

A.- Prueba por cambio de Presión Hidráulica

B.- Prueba por cambio de Presión Neumática.

Estas pruebas aseguran que no haya fugas del fluido en las soldaduras efectuadas en un tramo parcial o en la red total, (según lo permita el urbanismo), y se hará con la tubería fuera de las zanjas o dentro de ellas.

Pruebas de Presión en el terreno

El objetivo de esta prueba es la inspección de la hermeticidad de los tubos, conexiones de tubos, así como también la ubicación segura de la tubería a presión, antes de ser puesta en funcionamiento.

Una consideración importante durante la prueba de presión es proteger las piezas contra las modificaciones de temperaturas ambientales.

El procedimiento de esta prueba de presión consiste en:

1. Llenar la conexión: la tubería debe ser llenada de tal modo que esté suficientemente libre de aire. La tubería por lo tanto, será llenada tan lentamente desde el punto más bajo de la conexión, para que el aire pueda salir fácilmente en los lugares de ventilación de los puntos más altos de las conexiones.

El aparato de medición de presión utilizado debe permitir la lectura de cambio de presión de 0,1 bar, debiendo ser colocado, generalmente, en el punto más bajo de la etapa de la prueba.

Se recomienda la medición de la temperatura del aire y del agua al mismo tiempo.

2. Prueba previa.

Esta comprende medidas de preparación para la prueba principal. La conexión será puesta bajo presión hasta alcanzar la presión nominal de la conexión dentro del tiempo establecido en la tabla A

3. Prueba principal

Una vez efectuada la prueba previa y habiendo corregido las posibles fallas, se procese a efectuar la prueba principal. En ella la presión a aplicar será:

- a. Para conexiones con una presión nominal hasta 10 bar ; $1,3 \times PN$
- b. Para conexiones con una presión nominal sobre 10 bar : $PN+3 \text{ bar}$

El tiempo de duración de la prueba es mostrado en la tabla A

4. Evaluación e informe de la prueba.

Las condiciones de la prueba son cumplidas cuando la duración de la prueba y la caída de presión no sobrepasan los valores indicado en la tabla A. También se deberá tener en cuenta las influencias externas, cambios de temperaturas. Además de revisar las tuberías y conexiones.

Se debe emitir un informe que incluya cada paso efectuado en la prueba.

Tabla A

Parámetros		Prueba previa	Prueba principal	Prueba corta
Prueba de presión		1.5x PN máx (PN + 3) bar	1.3 x PN máx (PN + 3) bar	1.4 x PN 1.5 máx. (PN + 5) bar
Duración de la prueba	Línea sin bifurcación $L \leq 100$ m	Hasta 3 hrs	Hasta 6 hrs	Hasta 3 hrs
	Línea con bifurcación $L \geq 100$	Hasta 6 hrs.	Hasta 6 hrs.	Hasta 3 hrs.
Controles durante la prueba		Cada 1 hr. Con restitución de la prueba de presión	Cada 1.5 hr. Sin restitución de la prueba de presión	Cada 1 hr. Sin restitución de la prueba de presión
Caída de presión		Hasta 0.8 basr/hr	Hasta 0.3 bar/hr	Hasta 0.8 bar/hr

Fuente: Manual de Hidráulica (traducción), Azevedo Netto J.M. de México 1976

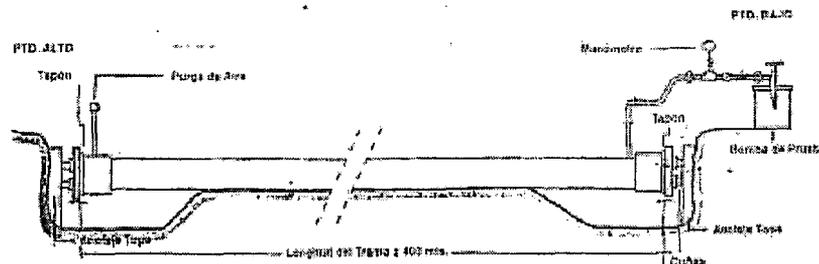
Prueba hidráulica

Deberá aplicarse el siguiente procedimiento:

- 1- Todos los empalmes de tubos y accesorios deben aparecer descubiertos a fin de verificar su hermeticidad.
- 2- Los accesorios deben estar convenientemente anclados con bloque de concreto, con un tiempo de fragua mínimo de 7 días.
- 3- La presión de prueba debe ser como mínimo 1.5 y como máximo 2 veces la presión nominal de trabajo.
- 4- Para tubos de 10" ASTM SDR 11 PN a 20° C 160 PSI, la presión de prueba es 240 PSI a 320 PSI

- 5- Por regla general, la bomba hidráulica de prueba y llenado de tubería se colocará en el punto más bajo de la línea a probar, la cual no deberá exceder de 400 mts. de longitud.
- 6- Deberá preverse la colocación de válvulas de purga en el punto más alto y extremo de la línea a probar; una práctica conveniente consiste en colocar un tubo de ½” o ¾” de 3 m. de altura en la última válvula de purga, con la finalidad de facilitar la eliminación del aire contenido en la tubería.
- 7- Con las válvulas de purga abierta se procede al llenado de la tubería en forma lenta efectuándose purgas al llenar a presiones de 50 , 80 , 100 , 150 , 200 , 250 y 300 Lbs./pulg.2 aproximadamente, observando que el manómetro no presente disminución de las presiones ni oscilaciones.
- 8- Dejar en reposo las tuberías hasta alcanzar una presión uniforme entre 6 u 8 hrs.
- 9- Obtenida la presión de prueba deberá mantenerse por lo menos durante 1 hora quedando de esta manera comprobada la hermeticidad de la línea.

Esquema de Prueba Hidráulica



Recomendaciones de instalación en zanja

El comportamiento de las tuberías HDPE enterradas depende de las características de la tubería y de su interacción con el terreno, por lo tanto es muy importante considerar factores como: dimensiones de la zanja, base de apoyo de la tubería, relleno lateral o primario, relleno final y compactación.

Los anchos de zanjas pueden ser variados basándose en la característica del suelo in situ, los materiales de relleno, los niveles de compactación y las cargas. En general, la tabla siguiente proporciona los anchos de zanja recomendados para la mayoría de las instalaciones para permitir una adecuada colocación y compactación del material del relleno en los acostillados y alrededor del tubo. Sin embargo, el ingeniero del proyecto puede modificar los anchos de zanja basándose en una evaluación de la calidad de los

materiales in situ, la calidad y nivel de compactación del relleno, la carga de diseño y el equipo de compactación que vaya a ser usado. A falta de las recomendaciones del ingeniero del proyecto o de las especificaciones del organismo regulador que norma la obra, se sugieren los anchos de zanja de la tabla¹⁶

Anchos Mínimos de Zanja Sugeridos		
Diámetro Nominal del Tubo, plg (mm)	Diámetro Exterior del Tubo, plg (mm)	Ancho Mínimo de Zanja, plg (mm)
4" (100 mm)	4.78" (120 mm)	21" (530 mm) ⁵
6" (150 mm)	6.92" (176 mm)	23" (580 mm)
8" (200 mm)	9.11" (230 mm)	25" (630 mm)
10" (250 mm)	11.36" (289 mm)	28" (710 mm)
12" (300 mm)	14.45" (367 mm)	31" (790 mm)
15" (375 mm)	17.57" (448 mm)	34" (860 mm)
18" (450 mm)	21.2" (536 mm)	39" (990 mm)
24" (600 mm)	27.8" (719 mm)	48" (1220 mm)
30" (750 mm)	35.1" (892 mm)	66" (1680 mm)
36" (900 mm)	41.7" (1059 mm)	78" (1980 mm)
42" (1050 mm)	47.7" (1212 mm)	83" (2110 mm)
48" (1200 mm)	52.7" (1339 mm)	89" (2260 mm)
60" (1500 mm)	65.5" (1664 mm)	102" (2590 mm)

El zanjeo se debe realizar en los suelos existentes con paredes laterales razonablemente verticales hasta la parte superior del tubo.

- Base de apoyo de arena o maicillo de 10 a 15 cm de espesor.
- Relleno lateral. Es la parte más importante en la instalación de tubos. Se debe rellenar por los costados en capas de 15 a 30 cm con compactador liviano y 30 cm sobre la clave con compactación manual.
- Relleno final. Se continúa con el relleno en capas de 30 cm con material de la misma excavación, libre de piedras. El grado de compactación dependerá de las cargas externas y de las especificaciones dadas por el proyectista.

¹⁶ ADS MEXICANA, S.A. DE C.V.

Aceptación de la deflexión.

Para la evaluación y control de la calidad de la instalación de tuberías flexibles, muchos diseñadores imponen un requisito de “aceptación de la deflexión” esto es particularmente importante para el flujo de gravedad con tuberías de gran SDR. Normalmente no se verifica para tuberías de presión la deflexión. La “aceptación de la deflexión” vertical en una tubería es la máxima deflexión requerida en la instalación. Típicamente sólo se toman medidas después que la consolidación inicial de la tubería a ocurrido, normalmente 30 días después de la instalación. El ingeniero del proyecto dispone la “aceptación de la deflexión” basada en la aplicación particular y en el tipo de uniones.

Normalmente, la deflexión está limitada al 5%, aunque las tuberías de HDPE en aplicaciones de gravedad normalmente pueden resistir deflexiones mucho más grandes sin deteriorarse. Cuando la deflexión es moderada pasada los 30 días, es común presentar un porcentaje mucho más alto

Dilatación y contracción térmicas

En el diseño de una instalación superficial se deben considerar los cambios de temperatura tanto internos como externos, pues éstos causan dilatación y contracción en todos los tipos de tuberías.

Cuando se producen grandes cambios de temperatura en cortos períodos de tiempo, el movimiento de la tubería se puede concentrar en una zona y llegar a doblarla. Si el flujo del fluido transportado es continuo, las expansiones y contracciones de la línea serán mínimas una vez que se han establecido las condiciones de operación.

La tubería de HDPE contiene un porcentaje de negro de humo que la protege de los rayos UV, pero el calor que absorbe aumenta la tasa de dilatación y contracción.

Un método para limitar la dilatación y contracción es anclar adecuadamente la tubería en intervalos determinados a lo largo del tendido.

Cuando ocurra la dilatación, la tubería se deflectará lateralmente, para lo cual debe haber espacio disponible. Al contraerse, tenderá a ponerse irante entre los puntos de

anclaje; esto no daña a la tubería, pues el HDPE tiene la propiedad de aliviar tensiones y ajustarse con el tiempo.

Para calcular la deflexión lateral, se puede utilizar la siguiente ecuación:

$$\Delta y = L\sqrt{0,5} \alpha \Delta T$$

Donde:

Δy = deflexión lateral, m

L = longitud entre anclajes, m.

α = coeficiente de expansión térmica, mm/m lineal °C

Debido a las características del Polietileno de alta densidad - HDPE, en ocasiones se han obtenido resultados confusos, que pueden ser debidos a los siguientes factores:

- Longitud de la zona probada excesiva
- Diámetro de la tubería elevado
- Cambio de temperatura
- Movimiento relativo de los accesorios mecánicos
- Deficiencia de la compactación del lecho y laterales de la tubería
- Presencia de aire en la tubería
- Porcentaje inadecuado de la presión de prueba
- Poca exactitud de los aparatos de control

A las tuberías destinadas a la conducción de agua a presión se les exige una duración mínima de 50 años, estando sometidas a la presión nominal y a un coeficiente de seguridad decreciente con el tiempo; Ello se cumple si las tensiones tangenciales a las que se cuenta el material, por el efecto de las cargas externas o de la presión del agua conducida son de 100 Km/cm².

El envejecimiento de las tuberías pueden ser debidos a factores ambientales (T° ambiente, oxígeno atmosférico, radiaciones solares, medios agresivos, etc.) a los que está sometido el material de la tubería por efectos del entorno donde está ubicado. Factores funcionales (Presión interna, fatiga del material, esfuerzos mecánicos de tracción, compresión, flexión, etc). a los que está sometido el tubo por efecto de su aplicación.

El factor tiempo influye notablemente en la pérdida de resistencia mecánica y también en el incremento de las deformaciones. Esto indica que en el transcurso del tiempo se debilitan las propiedades mecánicas y que los materiales Termoplásticos no tienen una deformación ilimitada.

Comportamiento de la tubería de PE en función del tiempo

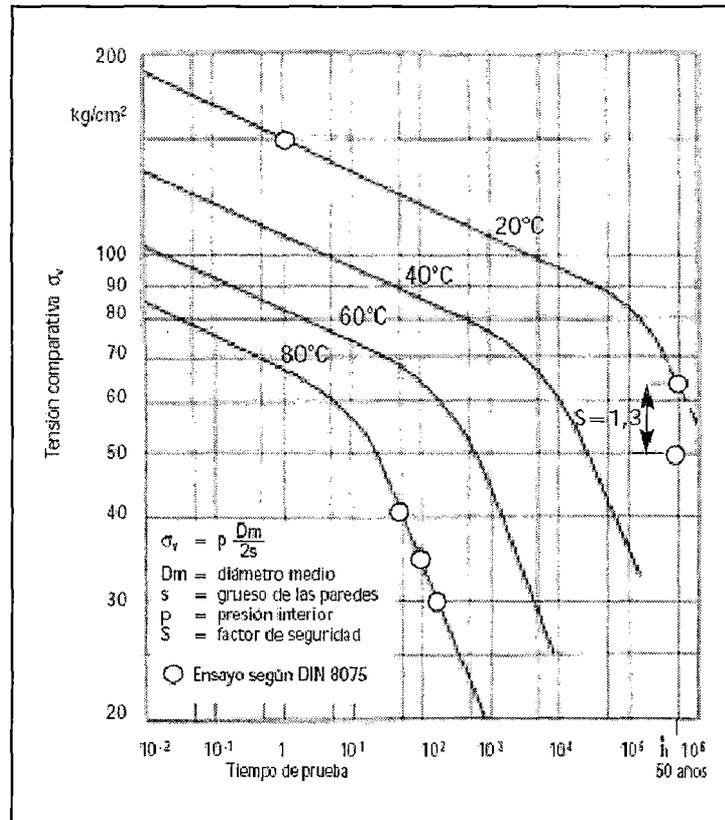
Al someterlo a esfuerzos mecánicos, el polietileno tiende a plastodeformarse (flujo en frío), tal como sucede con los metales a ciertas temperaturas. Para determinar los límites de resistencia del polietileno a las cargas constantes, se debe estudiar y examinar su comportamiento mecánico durante un largo plazo.

Generalmente, resulta necesario establecer la curva de resistencia en función del tiempo y los límites de dilatación permanente del material de que se trate.

Para determinar la resistencia, en función del tiempo, de las tuberías de polietileno, se realizaron ensayos a temperaturas de 20, 35, 50, 65 y 80°C.

En éstos, el tubo objeto de las pruebas, cerrado y bajo presión, se llena de agua (o aire). Las pruebas a 20°C se realizaron en aire y las efectuadas a altas temperaturas en agua, como medio exterior.

FIGURA N° 4.24



Representación de los ensayos, en función del tiempo, realizados con tubos llenos de agua a presión.

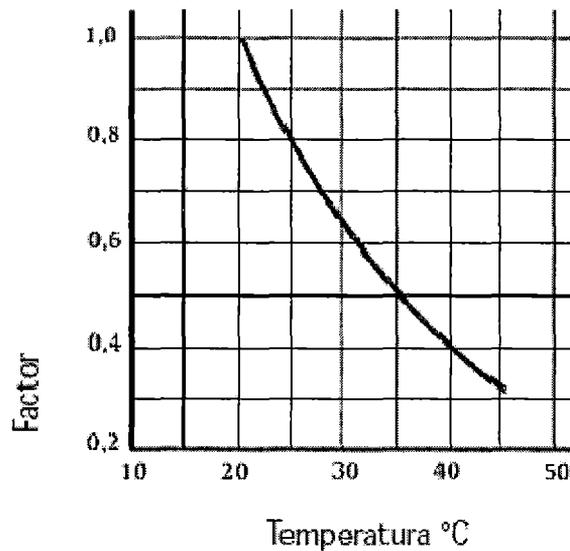
La parte recta corresponde a las roturas por estirado y la parte pendiente pronunciada, por agrietamientos por tensión, sin deformaciones del tubo.

La reproducción bilogarítmica de la figura, demuestra que todas las curvas de resistencia en función del tiempo, transcurren de modo semejante para diferentes temperaturas y descienden después de determinado período de uso. El pronunciado ramal siguiente de las curvas indica su comportamiento en cuanto a resistencia.

Comportamiento de la tubería de PE en función de la temperatura

La temperatura influye en la resistencia de la tubería de PE: El ábaco, expresa el factor por el que debe multiplicarse la presión nominal de una tubería en función de la temperatura de servicio, cuyo resultado será la presión máxima admisible para trabajo continuo de la misma.

FIGURA N° 4.25



Equipos y accesorios.

- Manómetros fijos. Estos deben tener una subdivisión tal, que pueda permitir una lectura exacta con variación de presión de 0.1 bar.
- Válvulas de extracción de aire
- Bombas de obturación, descarga.
- Contador de agua (medidor de volumen) con subdivisiones en litros.
- Registradores de datos.
- Brida ciega

La prueba de tuberías de Polietileno de Alta Densidad se debe realizar en “longitudes razonables”, basadas en el sitio de trabajo, en el diámetro de la tubería y la disponibilidad del volumen de agua requerido para la prueba hidrostática.

La prueba hidrostática en polietileno de alta densidad (HDPE), es más severa, porque, enfatiza la tubería y la junta a más del 33% de tensión del rendimiento mínimo en este tipo de material visco elástico. Este porcentaje alto de intensidad de tensión raramente se logra en la prueba hidrostática de la tubería de metal.

La proporción a la que la presión de la prueba se alcanza es importante (es decir, el tiempo necesario para levantar la presión interior a la prueba-presión seleccionada). La presión debe levantarse uniformemente de manera estimada pero predeterminando continuamente el bombeo a una proporción de volumen constante. El uso del volumen inicial puede ser estimado por el número de golpes de llenado de una bomba de pistón calibrada.

Una vez que durante la prueba, la presión alcanza su valor de normal, una inspección puede hacerse de la tubería entera y sus sistemas.

8. CONCLUSIONES

- A. Las pequeñas empresas no disponen del proceso de control de calidad de los insumos, limitándose a solicitar la certificación de los fabricantes de tuberías.
- B. Las pequeñas empresas no disponen de un sistema de evaluación, calificación y selección de sus proveedores.
- C. Las especificaciones y normas técnicas de los procesos operativos de soldadura e instalación de tuberías no están claramente definidas..
- D. Las normas y estándares internacionales no son aplicados en las pequeñas empresas debido a que no se adecuan a las capacidades operativas y económicas financieras de los mismos.
- E. Los Procesos de mejora continua no se encuentran debidamente implementados.
- F. Existen un pequeño grupo de pequeñas empresas que tiene claramente definidos sus sistemas de control de calidad.

9. RECOMENDACIONES

- A.** Es recomendable la implementación del sistema de aseguramiento de la calidad elaborado a partir de la adecuación de las mejores prácticas de las pequeñas empresas líderes que brindan servicios de soldadura e instalación de tuberías de HDPE.

- B.** La implementación del sistema de aseguramiento propuesto, debe ser considerada una herramienta de gestión dinámica para promover la innovación permanente en el desarrollo de los procesos, procedimientos, equipos y tecnologías en beneficio de la competitividad de las pequeñas empresas y el desarrollo nacional

- C.** Las Universidades deben incidir aún más, en la formación de una cultura de la calidad y en el aseguramiento de la calidad como ejes estratégicos para el desarrollo del país. Asimismo, deben promover permanentemente las asesorías y apoyos tecnológicos a las pequeñas empresas.

- D.** Es recomendable con los resultados de la aplicación del sistema de aseguramiento de la calidad realizar estudios estadísticos de los parámetros que gobiernan el proceso permitiendo establecer los propios límites de alerta y acción, realizar programas de mejora continua, de auditoría de la calidad, a fin de que las empresas puedan promover su proceso de mejora continua.

10. REFERENCIALES

1. A.V. FEIGENBAUM, "Control total de la calidad Ingeniería y Administración" McGraw Hill 1963
2. ANASTASI, MARIBEL. "Control de Calidad". Editorial AGUILAR. 1992. Lima.
3. BOREALIS A/S. "Soldadura de tuberías de polietileno de gran diámetro". Diciembre, 1996.
4. "Construcción e ingeniería de las construcciones". Revistas Montajes e Instalaciones. N° 285 junio 1995; N° 318 junio 1998; N° 329 junio 1999
5. DEMING EDWARDS. "Calidad, Productividad y Competitividad" Ediciones Diaz de Santos, S.A. Madrid. 1989
6. DUNCAN, A.J. "Control de Calidad y Estadística Industrial". Editorial Alfaomega (1990)
7. "HDPE". Plástica S.A. 20 de Diciembre 2008. <http://www.plastica.com.pe/paginas/productos/tuberias/hdpe2.html> Fecha de acceso 12 de octubre 2008.
8. JURAN J.M. Y F. M. GRYNA. "Análisis y planeación de la Calidad" Mc Graw Hill.
9. NORMA ASTM D 2657-90."practice for heat-joining polyolefin pipe and fittings"
10. NORMA ASTM F 1290-93."practice for electrofusion joining polyolefin pipe and fittings"
11. NORMA ASTM D 2321. "recomendaciones practicas para la instalación subterránea de tuberías".
12. NORMA ASTM D 3261-93."butt heat fusion polyethylene (pe) plastic fitting for polyethylene (pe) plastic pipe and tubing"
13. PORTER. MICHAEL "Competitividad" Ed. Deustuo.2005
14. "Sistemas de fijación". Geberit. (en línea). 10 de enero 2006 <http://www.geberit.es/geberit/inet/es/wcmses.nsf/files/usr-pdf> Fecha de acceso 25 de Noviembre 2008.
15. STANDARD INTERNATIONAL NORMA ISO 4437. "bored polyethylene (pe) pipes for the supply of gaseous fuels specification"

16. "Tubería estructurada HDPE. (en línea)". Petroflex, publicado el 15 de Diciembre 2008..
<http://www.registrocdt.cl/registrocdt/www/admin/uploads/docTec/92221560280034697petropipe.pdf>. Fecha de acceso 4 de Setiembre 2008
17. "Tuberías HDPE". Quimi.net. (en línea). 15 de Diciembre 2008.
<http://www.quiminet.com.mx/pr7/HDPE.htm> Fecha de acceso 4 de Setiembre 2008
18. "Tuberías HDPE y sus aplicaciones" Revista ACODAL (Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental) N° 242. Noviembre – Diciembre de 1989
19. "Tuberías para la aplicación de aguas". Revista POLÍMEROS. APLICADOS HDPE. Vol. 11, año 7, 2002 Publicación editada por el Centro de Ingeniería de Polímeros, CIP Chile Ltda.
20. "Tuberías y fittings de HDPE". Duratec. (en línea). 20 de Diciembre 2008.
<http://www.dabferreteria.cl/sysdoc/manual/15.pdf> Fecha de acceso 7 de Setiembre 2008.
21. VELASCO SANCHEZ, JUAN " Introducción a la Gestión de la Calidad generalidades y Control Estadístico: teoría y práctica" Ediciones Pirámide, S.A. - 2005
22. YUNUS A. ÇENGEL; JOHN M. CIMBALA "Mecánica de fluidos. Fundamentos y aplicaciones" Primera Edición. Editorial: McGraw-Hill 2006

APENDICE A

Relación de empresas participantes en las encuestas (foco-groups)

1. H&C
Distribución e importaciones H&C S.R.L
Av. Oscar R. Benavides 551 Lima
2. Cidelsa
Ingeniería en Geosintéticos
Av. Pedro Miota 910 -San Juan de Miraflores Lima 29 - Perú
3. Amanco del Perú S.A (PAVCO)
Tubos y conexiones
Línea Completa de tuberías, Tubos de Plástico
Lima
4. Plastimar
Termofusión de accesorios de PVC, HDPE, CPVC
 - Tubos de Plástico
 - Lima
5. Pebeal S.A.C.
Pebeal Líder en tubos de Plástico.
 - Tubos de Plástico
 - Arequipa - Arequipa
6. Calidad Plastica S.A.C.
Fabricación de Tuberías y Accesorios de Polietileno - Alta Densidad y PVC.
 - Tubos de Plástico
 - El Cercado - Lima
7. Jgc Glend S.A.C.
Servicios de Termofusión
 - Tubos de Plástico
 - Lima
8. Industrias Logarex S.A.
Tuberías y conexiones de PVC - Máquinas para la industria plástica
 - Tubos de Plástico
 - Ate Vitarte - Lima
9. Corporacion Delta y Compañia S.A.
 - Tubos de Plástico
 - El Cercado - Lima

10. Importaciones Yadira & Nicol
Tuberías y accesorios de PVC, Hdpe, F.G. Servicio
 - Tubos de Plástico
 - El Cercado - Lima

11. Termoelectropipe E.I.R.L.
Servicios y ventas de máquinas de Termofusión y accesorios hdpe
 - Minería: Tuberías
 - Comas - Lima

12. Plástica S.A.
Fabricación de productos plásticos
San Miguel –Lima

13. Breyca S.A.C.
Línea Victaulic- Tubos- Conexiones- Bridas
 - Tubos de Plástico
 - El Cercado - Lima

14. Ingeniería Termoplastica
Fabricación de tuberías HDPE en todos los diámetros.
 - Tubos de Plástico
 - San Juan de Lurigancho - Lima

15. Corporacion Neoplast Eirl
Somos líderes en la comercialización de tuberías y conexiones de PVC y de HDPE.
 - Tubos de Plástico
 - Ate Vitarte - Lima

16. Tigre Perú Tubos y Conexiones S.A.
Emp.Líder en la Prod.y Comercialización de Tuberias y Conexiones de PV y de HDPE
 - Tubos de Plástico
 - San Miguel - Lima

APENDICE C

FORMATO REPORTE DE ACCION CORRECTIVA / PREVENTIVA		N°
Área:	Origen: Reclamo del Cliente ___ Revisión Dirección ___	
Norma: Req:	Auditoría Interna ___ Hallazgo Personal ___ Otros: ___	
Generado por:	Fecha:	
DESCRIPCIÓN DE LA NO CONFORMIDAD		
Reportado por:	Responsable del área:	
ANÁLISIS DE LAS CAUSAS		
Responsable:	Fecha:	
ACCION CORRECTIVA / PREVENTIVA:		
Fecha:		Fecha implementación:
SEGUIMIENTO O VERIFICACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN		
VERIFICACION DE LA EFECTIVIDAD:	Confirme: ___	No Conforme ___
Responsable:	Fecha:	

(*) para ser llenado solo en caso de auditoría interna

APENDICE D

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DEL CLIENTE		Código: 000												
		Número: 00												
		Página: 1 de 1												
DATOS GENERALES	1. Nombre y Apellidos del encuestado: Cargo: 	Empresa: Concepto:												
ATRIBUTO	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; padding: 5px;">3 IMPORTANCIA</td> <td style="padding: 5px;">4 IMPORTANCIA 3 = General, 4 = Alta, 5 = Muy Alta; 2 = Baja, 1 = Ninguna</td> <td style="padding: 5px;">5 EVALUACIÓN</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 5px;">6 EVALUACIÓN 5 = Excelente, 4 = Buena, 3 = Regular, 2 = Malo y 1 = Pésimo</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">PREGUNTA</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1 2 3 4 5</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1 2 3 4 5</td> </tr> </table>	3 IMPORTANCIA	4 IMPORTANCIA 3 = General, 4 = Alta, 5 = Muy Alta; 2 = Baja, 1 = Ninguna	5 EVALUACIÓN		6 EVALUACIÓN 5 = Excelente, 4 = Buena, 3 = Regular, 2 = Malo y 1 = Pésimo			PREGUNTA			1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	
3 IMPORTANCIA	4 IMPORTANCIA 3 = General, 4 = Alta, 5 = Muy Alta; 2 = Baja, 1 = Ninguna	5 EVALUACIÓN												
	6 EVALUACIÓN 5 = Excelente, 4 = Buena, 3 = Regular, 2 = Malo y 1 = Pésimo													
	PREGUNTA													
	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5												
CALIDAD DEL PRODUCTO	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> <td style="padding: 5px;">¿Cómo evalúa usted el cumplimiento de las especificaciones de nuestro producto?</td> <td style="width: 15%; text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> <td style="padding: 5px;">¿Cómo evalúa usted la calidad de nuestro trabajo en termofusión y montaje de tuberías por nuestros especialistas?</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	¿Cómo evalúa usted el cumplimiento de las especificaciones de nuestro producto?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	¿Cómo evalúa usted la calidad de nuestro trabajo en termofusión y montaje de tuberías por nuestros especialistas?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>							
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	¿Cómo evalúa usted el cumplimiento de las especificaciones de nuestro producto?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>												
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	¿Cómo evalúa usted la calidad de nuestro trabajo en termofusión y montaje de tuberías por nuestros especialistas?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>												
CALIDAD DE SERVICIO	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> <td style="padding: 5px;">¿Cómo evalúa usted nuestra respuesta en el cumplimiento general (acciones realizadas a tiempo, peticiones resueltas con rapidez, etc)?</td> <td style="width: 15%; text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> <td style="padding: 5px;">¿Cuándo usted nos necesita, somos accesibles y nos considero disponibles?</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	¿Cómo evalúa usted nuestra respuesta en el cumplimiento general (acciones realizadas a tiempo, peticiones resueltas con rapidez, etc)?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	¿Cuándo usted nos necesita, somos accesibles y nos considero disponibles?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>							
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	¿Cómo evalúa usted nuestra respuesta en el cumplimiento general (acciones realizadas a tiempo, peticiones resueltas con rapidez, etc)?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>												
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	¿Cuándo usted nos necesita, somos accesibles y nos considero disponibles?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>												
COSTO COMPETITIVO	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> <td style="padding: 5px;">¿Cómo evalúa usted la relación entre nuestro servicio de termofusión y montaje de tuberías y su costo?</td> <td style="width: 15%; text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> <td style="padding: 5px;">¿Cómo evalúa usted la relación entre nuestros productos (accesorios) y su costo?</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	¿Cómo evalúa usted la relación entre nuestro servicio de termofusión y montaje de tuberías y su costo?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	¿Cómo evalúa usted la relación entre nuestros productos (accesorios) y su costo?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>							
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	¿Cómo evalúa usted la relación entre nuestro servicio de termofusión y montaje de tuberías y su costo?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>												
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	¿Cómo evalúa usted la relación entre nuestros productos (accesorios) y su costo?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>												
CAPACIDADES TECNOLÓGICAS	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> <td style="padding: 5px;">¿Cómo evalúa usted nuestras capacidades tecnológicas?</td> <td style="width: 15%; text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	¿Cómo evalúa usted nuestras capacidades tecnológicas?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>										
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	¿Cómo evalúa usted nuestras capacidades tecnológicas?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>												
PERSONAL	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> <td style="padding: 5px;">¿Cómo evalúa usted las capacidades técnicas de nuestro personal?</td> <td style="width: 15%; text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> <td style="padding: 5px;">¿Cómo evalúa usted la experiencia de nuestro personal?</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	¿Cómo evalúa usted las capacidades técnicas de nuestro personal?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	¿Cómo evalúa usted la experiencia de nuestro personal?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>							
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	¿Cómo evalúa usted las capacidades técnicas de nuestro personal?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>												
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	¿Cómo evalúa usted la experiencia de nuestro personal?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>												
CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN A LOS CAMBIOS	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> <td style="padding: 5px;">¿Cómo evalúa usted la capacidad de nuestra organización para adaptarse a los cambios (en las especificaciones técnicas de nuestros accesorios o el servicio de termofusión y montaje)?</td> <td style="width: 15%; text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	¿Cómo evalúa usted la capacidad de nuestra organización para adaptarse a los cambios (en las especificaciones técnicas de nuestros accesorios o el servicio de termofusión y montaje)?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>										
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	¿Cómo evalúa usted la capacidad de nuestra organización para adaptarse a los cambios (en las especificaciones técnicas de nuestros accesorios o el servicio de termofusión y montaje)?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>												
DOCUMENTACIÓN EXACTA	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> <td style="padding: 5px;">¿Cómo evalúa usted la exactitud de nuestras cotizaciones, facturas, guías, etc?</td> <td style="width: 15%; text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	¿Cómo evalúa usted la exactitud de nuestras cotizaciones, facturas, guías, etc?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>										
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	¿Cómo evalúa usted la exactitud de nuestras cotizaciones, facturas, guías, etc?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>												
4. Cuando considere que el servicio que le ofrecemos puede ser mejorado, por favor utilice esta sección para sugerir las posibles mejoras:														
5. Si, considera importante cualquier atributo no contemplado en la encuesta, por favor use el espacio a continuación para definirlo y evaluarlo:														
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>												
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>												
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:												
		FECHA:												

APENDICE E

	EVALUACIÓN DE PROVEEDORES	CÓDIGO: SGC REVISIÓN: 00
--	---------------------------	---------------------------------

Nombre de la Empresa _____
 Fecha de evaluación: _____

PUNTOS	CRITERIOS	CALIFICACIÓN
18	1. Calidad de productos o servicios (Mala 0 Pts., Buena 8 Pts., Excelente 18 Pts.)	
18	2. Precio de productos o servicios con proveedores similares (Mayor 0 Pts., Igual 9 Pts., Menor 18 Pts.)	
14	3. Tiempo máximo de entrega de los productos comprados o servicios solicitados (Más de 5 días 7 Pts., de 2 a 5 días 10 Pts., el mismo día 14 Pts.)	
7	4. Productos y servicios completos (NO 0 Pts., SI 7 Pts.)	
7	5. Productos comprados libre de daño (NO 0 Pts., SI 7 Pts.)	
7	6. Documentación exacta: facturas, guías de remisión, etc (NO 0 Pts., SI 7 Pts.)	
7	7. Ofrece tiempo de garantía en productos o servicios (NO ofrece 0 Pts., Si ofrece 7 Pts.)	
7	8. Proporciona catálogo de productos y servicios (No proporciona 0 Pts., Si proporciona 7 Pts.)	
7	9. Atención y servicio al cliente (Mala 0 Pts., Buena 3 Pts., Excelente 7 Pts.)	
5	10. Existencia (Stock) de los productos que ofrece (NO tiene 0 Pts., Insuficiencia 2 Pts., Suficiente 5 Pts.)	
3	11. Actualiza su existencia (stock) de acuerdo a los nuevos productos que salen al mercado (NO 0 Pts., Esporádicamente 1 Pts Siempre 3 Pts.)	
TOTAL DE PUNTOS OBTENIDOS		

COMENTARIOS:

NOTA:

1. Al proveedor se le evalúa después de un año, si totaliza un mínimo de 70 Pts entonces seguirá en la Lista de Proveedores Aprobados. Si saca menos de 70 estará en la lista de proveedores (sin aprobar), en caso de emergencia.
2. La reevaluación de proveedores debe hacerse anualmente, utilizando los criterios de este mismo formato.

Nombre y Firma
Jefe de Control de Calidad

Nombre y Firma
Gerente Comercial

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:

APENDICE F

	SELECCIÓN DE PROVEEDORES	CÓDIGO: SGC REVISION: 00
--	--------------------------	---------------------------------

Nombre de la Empresa: _____ N° de Registro de la empresa: _____
 Domicilio: _____ Ciudad: _____
 Telefono: _____ Fax: _____
 Correo electrónico: _____ Fecha de selección: _____
 Propietario o representante legal: _____
 Persona de contacto: _____

PUNTOS	CRITERIOS	CALIFICACIÓN
18	1. Cumple con los requisitos legales (NO cumple 0 Pts., Si cumple 18 Pts.)	
18	2. Porcentaje de descuento ofertado en compras de mayoreo (5% 5 Pts., 10% 12 Pts., 15% a más 18 Pts.)	
14	3. Ofrece crédito (NO 0 Pts., 15 días 7 Pts., 30 días 10 Pts., de 45 días a más 14 Pts.)	
14	4. Horario de servicio (Vespertino 7 Pts., Matutino 10 Pts., Mixto 14 Pts.)	
14	5. Tiempo de entrega máximo de cotización (Más de 5 días 7 Pts., de 2 a 5 días 10 Pts., el mismo día 14 Pts.)	
7	6. Medios de comunicación para solicitar productos o servicios (Teléfono 3 Pts., y Fax 3 Pts., e Internet 7 Pts.)	
7	7. Transporte para entrega de productos a domicilio (NO cuenta 0 Pts., Si cuenta 7 Pts.)	
5	8. Tiene interes en ser proveedor de nuestra empresa (NO tiene 0 Pts., Si tiene 5 Pts)	
3	9. Cuenta con certificación u homologación (NO tiene 0 Pts., Si tiene 3 Pts)	
TOTAL DE PUNTOS OBTENIDOS		

COMENTARIOS:

NOTA:

1. El proveedor se considera seleccionado y aprobado, si totaliza un mínimo de 70 Pts.

Nombre y Firma Jefe de Control de Calidad	Nombre y Firma Gerente Comercial		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:

APENDICE G

	FORMATO DE INSPECCIÓN GENERAL EN LA RECEPCIÓN	Código: SGC Revisión: 00
--	--	---------------------------------

1 Datos Generales

Empresa: _____
 Responsable de la recepción: _____
 Fecha: _____ Hora: _____
 N° de Factura: _____
 N° de Guía de Remisión: _____
 N° de Orden de Compra: _____

2 Datos del Producto

Norma empleada: ASTM ISO OTROS _____
 Nombre del producto: _____
 Tubería Accesorio
 Material: HDPE PP PVC METAL OTROS _____
 Diámetro Externo: _____
 Espesor: _____
 Cantidad de Producto: _____

3 Verificación

Características	SI	NO	Explicar el NO
Completo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Documentación exacta (facturas, guías de remisión, etc)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Medio de envío confiable y/o aceptable.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Otros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

4 Resultados de la Inspección

- Aceptado.
 Aceptado Provisional.
 No Aceptado.

Nota: Ir al formato de Inspección Técnica en el caso de ser aceptado provisional y/o fabricación de accesorios por terceros.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:
----------------	---------------	---------------	--------

APENDICE H

	FORMATO DE INSPECCIÓN TÉCNICA	Código: Revisión:
--	--	--------------------------

1 Datos Generales

Responsable de la Inspección: _____
 Fecha: _____ Hora: _____
 Productos importados
 Productos fabricados por terceros
 Productos fabricados por Corporación Delta Trading S.A.C

2 Verificación Visual

Características	SI	NO	Explicar el SI
Mal acabado de la soldadura.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Picaduras.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Deformaciones.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Otros.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

3 Verificación Dimensional

Especificación	Valor		OK	NO OK	Explicar el NO OK
	Mín.	Máx.			
Diámetro Externo.	_____	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Espesor.	_____	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Otros.	_____	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

4 Resultados de la Inspección

- Aceptado.
 Aceptado Provisional.
 No Aceptado.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:
----------------	---------------	---------------	--------

APENDICE I

Logo de la empresa	PLAN DE CALIBRACIÓN							Código: Revisión; pág.			
											EQUIPO Y/O INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
								ÚLTIMA	PROGRAM.	EJECUTADA	
completar											
ELABORADO POR:			REVISADO POR:			APROBADO POR:			FECHA:		

PLAN DE CONTROL DE CALIDAD	Versión: 1.04.1
REGISTRO DE CALIDAD	Rev: 0
EEL	EEL

LÍNEA: Gas Hidrocarb. REF:	FORMA DE LA JUNTA														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 50%;">ESPECIFICACIÓN DE TUBERÍA</th> <th style="width: 50%;">ESPECIFICACIÓN DE PITONS</th> </tr> <tr> <td>Diámetro</td> <td>Diámetro</td> </tr> <tr> <td>GR</td> <td>GR</td> </tr> <tr> <td>PS</td> <td>PS</td> </tr> <tr> <td>Color</td> <td>Color</td> </tr> <tr> <td>Face Care</td> <td>Face Care</td> </tr> <tr> <td>Tipo</td> <td>Tipo</td> </tr> </table>	ESPECIFICACIÓN DE TUBERÍA	ESPECIFICACIÓN DE PITONS	Diámetro	Diámetro	GR	GR	PS	PS	Color	Color	Face Care	Face Care	Tipo	Tipo	
ESPECIFICACIÓN DE TUBERÍA	ESPECIFICACIÓN DE PITONS														
Diámetro	Diámetro														
GR	GR														
PS	PS														
Color	Color														
Face Care	Face Care														
Tipo	Tipo														

Cód. Número	CÓDIGO DE FITTING	PREPARACIÓN DE FUSIÓN						PARÁMETROS DE SOLDADURA					INSPECCIÓN VISUAL		APROBACIÓN		
		CORTE DE TUBERÍA	LIMPIAR DE TUBERÍA	PASAR DE TUBERÍA	RECORRAR TUBERÍA	MARCAR TUBERÍA	TIPO DE ACCESORIO	ALINEAMIENTO DE FITT	LECTURA DE DATOS	VERIFICAR DATOS	PREPARACIÓN AMBIENTE	TIEMPO DE ALINEAMIENTO	TIEMPO EMPRANAMIENTO	VERIFICAR TESTIGOS DE FUSIÓN	ALINEAMIENTO	SOLICITUD DE APROBACIÓN	FECHA
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	

EQUIPO: ELECTROFUSIÓN	MARCA: RISO	MODELO: POLYWELD 2212	FECHA:
OPERADOR:			
OBSERVACIONES:			
	NOMBRES Y APELLIDOS	FIRMA	FECHA
SUS. COPACION DELTA			
SUS. FARMIN SAC			
OSYTH SUEZ			
CAJUEENTE			

ANEXO A
Tabla de Resistencia Química de HDPE

Producto	Fórmula	Conc.	20°C	60°C	Producto	Fórmula	Conc.	20°C	60°C
Aceite de linaza			R	R					
Aceite de parafina			R	R	Ácido diglicólico	HOOCCH ₂ OCH ₂ COOH		R	R
Aceite de silicona			R	R	Ácido estearico	C ₁₇ H ₃₅ COOH	100	R	PR
Aceite de transformador		100	R	PR	Ácido fluorhídrico	HF	40	R	R
Aceite diesel		100	R	PR			60	R	PR
Aceites minerales			R	PR	Ácido fluorosilícico	H ₂ SiF ₆	40	R	R
Aceites vegetales y animales			R	PR	Ácido fórmico	HCOOH	50	R	R
Acetaldehído	CH ₃ CHO	100	R	PR			98-100	R	R
Acetato de amilo	CH ₃ COO(CH ₂) ₄ CH ₃	100	R	R	Ácido fosfórico	H ₃ PO ₄	50	R	R
Acetato de amonio	CH ₃ COONH ₄	SS	R	R			95	R	PR
Acetato de butilo	CH ₃ COO(CH ₂) ₃ CH ₃	100	R	PR	Ácido ftálico	C ₆ H ₄ (CO ₂ H) ₂	50	R	R
Acetato de etilo	CH ₃ COOCH ₂ CH ₃	100	PR	NR	Ácido glicólico	HOCH ₂ COOH	50	R	R
Acetato de metilo	CH ₃ COOCH ₃		R	—	Ácido gluconico	OHCH ₂ COOH	>10	R	R
Acetato de plata	AgCH ₃ COO	SS	R	R	Ácido hidrofúosilícico		32	R	—
Acetato de plomo	Pb(CH ₃ COO) ₂	SS	R	R	Ácido láctico	CH ₃ CH(OH)COOH	100	R	R
Acetato de sodio	NaCH ₃ COO	SS	R	R	Ácido maleico	HOOCCH=CHCOOH	SS	R	R
Acetileno	C ₂ H ₂		R	R	Ácido málico	HO ₂ CCH(OH)COOH		R	R
Acetona	CH ₃ COCH ₃	100	R	R	Ácido metasilícico	H ₂ SiO ₃		R	R
Ácido acético	CH ₃ COOH	10	R	R	Ácido monocloroacético	ClCH ₂ COOH	50	R	R
Ácido acético glacial	CH ₃ COOH	96	R	PR	Ácido nicotínico	C ₆ H ₅ NCO ₂ H	<10	R	—
Ácido adipínico	COOH(CH ₂) ₄ COOH	SS	R	R	Ácido nítrico	HNO ₃	25	R	R
Ácido arsénico	H ₃ AsO ₄	SS	R	R			50	PR	NR
Ácido benzoico	C ₆ H ₅ COOH	SS	R	R			75	PR	NR
Ácido benzoilsulfónico	C ₆ H ₅ SO ₃ H		R	R			100	NR	NR
Ácido bórico	H ₃ BO ₃	SS	R	R	Ácido oleico	C ₁₈ H ₃₃ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	100	R	PR
Ácido bromhídrico	HBr	100	R	R	Ácido oxálico	(COOH) ₂	SS	R	R
Ácido butírico	C ₄ H ₉ COOH	100	R	PR	Ácido palmítico	C ₁₆ H ₃₁ COOH	70	PR	—
Ácido carbónico	H ₂ CO ₃	SS	R	R	Ácido perclórico	HClO ₄	20	R	R
Ácido cianhídrico	HCN		R	R			50	R	PR
Ácido cítrico	C ₆ H ₈ (OH)(CO ₂ H) ₃	SS	R	R			70	R	NR
Ácido clorhídrico gas o líquido	HCl		R	R	Ácido pícrico	(NO ₂) ₃ C ₆ H ₂ OH	SS	R	—
Ácido clórico	HClO ₃		R	—	Ácido propiónico	CH ₃ CH ₂ COOH	50	R	R
Ácido cloroacético	ClCH ₂ COOH		R	R			100	R	PR
Ácido clorosulfónico	ClSO ₃ H		NR	—	Ácido salicílico	C ₆ H ₄ OHCOOH		R	R
Ácido cresílico	C ₆ H ₃ COOH		PR	—	Ácido succínico	HO ₂ C(CH ₂) ₂ CO ₂ H	SS	R	R
Ácido crómico	CrO ₃ +H ₂ O	50	R	PR	Ácido sulfhídrico	H ₂ S	100	R	R
		80	R	NR	Ácido sulfúrico	H ₂ SO ₄	10	R	R
Ácido dicloroacético	Cl ₂ CHCO ₂ H	50	R	R			50	R	R
		100	R	PR			98	PR	NR

Fuente: José Danieletto, tubo de Polietileno y polipropileno "Característica y dimensionamiento": Volumen I.

SOL: Solución
 SS: Solución Saturada
 R: Resistente
 PR: Parcialmente resistentes
 NR: no resistente
 -: No se dispone de información

ANEXO A

Tabla de Resistencia Química de HDPE

Producto	Fórmula	Conc.	20°C	60°C	Producto	Fórmula	Conc.	20°C	60°C
Ácido sulfuroso	H ₂ SO ₃	30	R	R	Butadieno	H ₂ C=CHCH=CH ₂		R	NR
Ácido tánico	C ₁₄ H ₁₀ O ₆	10	R	R	Butano gaseoso	C ₄ H ₁₀	100	R	R
Ácido tartárico	COOH(CHOH) ₂ COOH		R	R	Butano líquido	C ₄ H ₁₀	100	PR	PR
Ácido tricloroacético	Cl ₃ CCOOH	50	R	R	Butanodiol	HO(CH ₂) ₂ OH	100	R	R
		100	R	NR	Butanol	C ₄ H ₉ OH	100	R	R
Ácidos grasos		100	R	PR	Butanotriol			R	R
Acrlonitrilo	CH ₂ CHCN		R	R	Butilenglicol	HOCH ₂ CH ₂ CH ₂ OH		R	R
Agua	H ₂ O		R	R	Butinodiol		100	R	—
Agua de bromo			NR	NR	Butoxilo			R	PR
Agua potable clorada			R	R	Carbonato de amonio	(NH ₄) ₂ CO ₃	5S	R	R
Agua de mar			R	R	Carbonato de bario	BaCO ₃	5S	R	R
Agua regia	HCl+HNO ₃		NR	NR	Carbonato de calcio	CaCO ₃	5S	R	R
Aguarrás			PR	PR	Carbonato de cinc	ZnCO ₃	5S	R	R
Alcanfor	C ₁₀ H ₁₆ O		R	PR	Carbonato de magnesio	MgCO ₃	5S	R	R
Alcohol alílico	CH ₂ CHCH ₂ OH	96	R	R	Carbonato de potasio	K ₂ CO ₃	5S	R	R
Alcohol amílico	CH ₂ (CH ₂) ₄ CH ₂ OH	100	R	PR	Carbonato de sodio	Na ₂ CO ₃	5S	R	R
Alcohol benílico	C ₆ H ₅ CH ₂ OH		R	PR	Carbonato hidrogenado de sodio	NaHCO ₃		R	R
Alcohol etílico	CH ₃ CH ₂ OH		R	R	Cera de abejas			R	NR
Alcohol furtúrfico	C ₆ H ₅ OCH ₂ OH	100	R	R	Cerveza			R	R
Alcohol isopropílico	CH ₃ CO ₂ CH(CH ₃) ₂	100	R	R	Cotonas			R	PR
Alcohol metílico	CH ₃ OH	100	R	R	Cianuro de mercurio	Hg(CN) ₂	5S	R	R
Alcohol propargílico	CHCCH ₂ OH	7	R	R	Cianuro de plata	AgCN	5S	R	R
Almidón			R	R	Cianuro de potasio	KCN	5S	R	R
Alúmbre	Al ₂ (SO ₄) ₃ ·K ₂ SO ₄ ·24H ₂ O	5cl	R	R	Cianuro de sodio	NaCN	5S	R	R
Amoníaco gaseoso	NH ₃	100	R	R	Cianuro férrico de potasio	K ₃ Fe(CN) ₆	5S	R	R
Amoníaco líquido	NH ₃	100	R	R	Cianuro férrico de sodio	Na ₃ Fe(CN) ₆	5S	R	R
Anhídrido acético	CH ₃ COOCOCH ₃	100	R	PR	Cianuro férrico de potasio	K ₄ Fe(CN) ₆	5S	R	R
Anhídrido sulfúrico	SO ₃	100	NR	NR	Cianuro ferroso de sodio	Na ₂ Fe(CN) ₆	5S	R	R
Anhídrido sulfuroso	SO ₂	100	R	R	Ciclohexano	C ₆ H ₁₂		R	R
Anilina	C ₆ H ₅ NH ₂	100	R	PR	Ciclohexanol	C ₆ H ₁₁ OH	100	R	R
Anilina acuosa	C ₆ H ₅ NH ₂ +H ₂ O	5S	PR	PR	Ciclohexanona	C ₆ H ₁₀ O	100	R	R
Azúfre	S		R	R	Clorato de calcio	Ca(ClO ₃) ₂	5S	R	R
Benceno	C ₆ H ₆	100	PR	PR	Clorato de potasio	KClO ₃	5S	R	R
Bencina	C ₇ H ₁₂ hasta C ₁₂ H ₂₆		R	PR	Clorato de sodio	NaClO ₃	5S	R	R
Benzaldehído	C ₆ H ₅ CHO	100	R	PR	Clorhidrato de anilina	C ₆ H ₅ NH ₂ +Cl		R	PR
Benzoato de sodio	C ₆ H ₅ COONa	5S	R	R	Clorito de sodio	NaClO ₂	5	R	R
Bicarbonato de potasio	KHCO ₃	5S	R	R	Cloro gaseoso	Cl ₂	100	PR	NR
Bicarbonato de sodio	NaHCO ₃	5S	R	R	Cloro líquido	Cl ₂		NR	NR
Bicromato de potasio	K ₂ Cr ₂ O ₇	40	R	R	Clorobenceno	C ₆ H ₅ Cl		PR	NR
Bisulfato de potasio	KHSO ₄	5S	R	R	Cloroetano	ClCH ₂ CH ₂ OH		R	R
Bisulfato de sodio	NaHSO ₄		R	R	Cloroformo	Cl ₃ CH	100	NR	NR
Bisulfito de potasio	KHSO ₃	5cl	R	R	Clorometano	CH ₃ Cl	100	PR	—
Bisulfito de sodio	NaHSO ₃		R	R	Cloruro de aluminio	AlCl ₃	5S	R	R
Borato de potasio	K ₂ BO ₃	1	R	R	Cloruro de amonio	NH ₄ Cl	5S	R	R
Borato de sodio	Na ₂ BO ₃	5S	R	R	Cloruro de bario	BaCl ₂	5S	R	R
Borax	Na ₂ B ₄ O ₇		R	R	Cloruro de calcio	CaCl ₂	5S	R	R
Bromato de potasio	KBrO ₃	5S	R	R	Cloruro de cinc	ZnCl ₂	5S	R	R
Bromato de sodio	NaBrO ₃		R	PR	Cloruro de cobre	CuCl ₂	5S	R	R
Bromo gaseoso y líquido	Br ₂	100	NR	NR	Cloruro de estaño	SnCl ₂	5S	R	R
Bromuro de metilo	CH ₃ Br		PR	—	Cloruro de etileno	ClCH ₂ CH ₂ Cl	100	PR	—
Bromuro de potasio	KBr	5S	R	R	Cloruro de etilo	CH ₃ CH ₂ Cl	100	PR	—
Bromuro de sodio	NaBr	5S	R	R					

SOL: Solución
SS: Solución Saturada
R: Resistente
PR: Parcialmente resistentes
NR: no resistente
-: No se dispone de información

ANEXO A
Tabla de Resistencia Química de HDPE

Producto	Formula	Conc.	20°C	60°C	Producto	Formula	Conc.	20°C	60°C
Cloruro de magnesio	MgCl ₂	SS	R	R	Fluoruro de aluminio	AlF ₃	SS	R	R
Cloruro de mercurio	HgCl ₂	SS	R	R	Fluoruro de amonio	NH ₄ F	20	R	R
Cloruro de metileno	CH ₂ Cl ₂	PR	PR	PR	Fluoruro de potasio	KF	SS	R	R
Cloruro de metilo	CH ₃ Cl	NR	—	—	Fluoruro de sodio	NaF	SS	R	R
Cloruro de níquel	NiCl ₂	SS	R	R	Fluoruro hidrogenado de amonio	NH ₄ HF ₂	50	R	R
Cloruro de potasio	KCl	SS	R	R	Formaldehído	HCHO	40	R	R
Cloruro de sodio	NaCl	SS	R	R	Formamida	HCONH ₂		R	R
Cloruro de sulfuro	SO ₂ Cl ₂		NR	—	Fosfato de amonio	NH ₄ H ₂ PO ₄		R	R
Cloruro de tionilo	SOCl ₂	100	NR	NR	Fosfato de sodio	Na ₃ PO ₄	SS	R	R
Cloruro férrico	FeCl ₃	SS	R	R	Fosfato hidrogenado de potasio	K ₂ HPO ₄		R	R
Cloruro ferroso	FeCl ₂	SS	R	R	Fosfato hidrogenado de sodio	Na ₂ HPO ₄		R	R
Cloruro fosforico	POCl ₃		R	PR	Fosgenio	CoCl ₂	100	PR	PR
Cresota			R	R	Gases industriales conteniendo fluoruros hidrogenados		razas	R	R
Cresol	HOC ₆ H ₄ CH ₃		R	R	ácidos carbonicos			R	R
Cromato de potasio	K ₂ CrO ₄	SS	R	R	Gasolina común			R	PR
Cromato de sodio	Na ₂ CrO ₄		R	—	Glicerina	(CH ₂) ₂ CH(OH) ₂	100	R	R
Decahidronaftaleno		100	R	PR	Glicol	CH ₂ OHCH ₂ OH	Con	R	R
Decalina	C ₁₀ H ₁₈	100	R	PR	Glucosa	C ₆ H ₁₂ O ₆	SS	R	R
Detergentes sintéticos			R	R	Grasas			R	PR
Dextrina	(C ₆ H ₁₀ O ₅) _n	Sol	R	R	Heptano	C ₇ H ₁₆	100	R	NR
Dibutiltalato	C ₄ H ₉ (CO ₂ C ₄ H ₉) ₂	100	R	PR	Hexano	C ₆ H ₁₄	100	R	PR
Diclorobenceno	C ₆ H ₄ Cl ₂		PR	NR	Hexanotriol		SS	R	R
Dicloroetileno	ClCHCHCl	100	NR	—	Hidracina hidratada	H ₂ NNH ₂ ·H ₂ O		R	R
Dieromato de potasio	K ₂ Cr ₂ O ₇	SS	R	R	Hidrogeno	H ₂	100	R	R
Diethyléter	C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅	100	PR	—	Hidroquinona	C ₆ H ₄ (OH) ₂	SS	R	R
Diisobutilcetona	CH ₃ CH ₂ CO		R	NR	Hidróxido de bario	Ba(OH) ₂	SS	R	R
Dimetilamina	(CH ₃) ₂ NH		R	PR	Hidróxido de calcio	Ca(OH) ₂	SS	R	R
Dimetilformamida	HCON(CH ₃) ₂		R	PR	Hidróxido de magnesio	Mg(OH) ₂	SS	R	R
Diociltalato	C ₈ H ₁₇ (COOC ₈ H ₁₇) ₂	100	R	PR	Hidróxido de potasio	KOH	50	R	R
Dioxano	C ₆ H ₁₀ O ₂	100	R	R	Hidróxido de sodio	NaOH	40	R	R
Dioxido de carbono húmedo	CO ₂	100	R	R	Hipoclorito de calcio	Ca(ClO) ₂	SS	R	R
Dioxido de carbono seco	CO ₂	100	R	R	Hipoclorito de potasio	KClO	>10	R	PR
Dioxido de cloro seco	ClO ₂	100	R	R	Hipoclorito de sodio	NaClO	5Cl	R	R
Dioxido de nitrógeno	NO o (NO) ₂		R	R	Ioduro de potasio	KI	12Cl	PR	NR
Disulfuro de sodio	Na ₂ S ₂ O ₃		R	—	Iodo	I ₂	SS	R	R
Disulfuro de carbono	CS ₂	100	PR	NR	Isocetano	(CH ₃) ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂	Norm	R	PR
Ester etil monocloroacético			R	R	Isopropanol	(CH ₃) ₂ CHOH		R	R
Ester metil monocloroacético			R	R	Jugos de fruta			R	R
Esteres alifáticos			R	PR	Lanolina			R	R
Etanol	C ₂ H ₅ OH	40	R	PR	Leche			R	R
Eter	(CH ₃ CH ₂) ₂ O		PR	PR	Lejía conteniendo SO ₂		SS	R	R
Eter de petróleo		100	R	PR	Lejía de blanqueo conteniendo 12.5% de cloro activo	NaOCl+NaCl	Norm	PR	NR
Eter dibutílico	C ₄ H ₉ OC ₄ H ₉		R	NR	Levadura			R	R
Eter dietílico	C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅	100	PR	PR	Melaza			R	R
Eter isopropílico	(CH ₃) ₂ CHOCH(CH ₃) ₂		PR	NR	Mentol	C ₁₀ H ₁₈ OH		R	PR
Etilendiamina	H ₂ N(CH ₂) ₂ NH ₂		R	R	Mercurio	Hg	100	R	R
Etilenglicol	OHCH ₂ CH ₂ OH	100	R	R	Metano	CH ₄		R	—
Etilhexanol	C ₆ H ₁₃ OH		R	R	Metanol	CH ₃ OH	100	R	R
Fenilhidracina	C ₆ H ₅ NH ₂		PR	—					
Fenol	C ₆ H ₅ OH	>10	R	R					
Fertilizantes		SS	R	R					
Fluor gaseoso	F ₂	100	NR	NR					

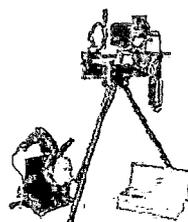
SOL: Solución
SS: Solución Saturada
R: Resistente
PR: Parcialmente resistentes
NR: no resistente
-: No se dispone de información

ANEXO B

Descripción de los equipos de soldadura utilizados para Termofusión

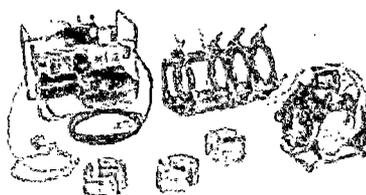
GAMMA 110: Soldadora profesional portátil para tuberías, puede confeccionar codos segmentados en campo. Conformada por un cuerpo base, un juego de dos mordazas, una fresa eléctrica y un plato calefactor

Suelda: Tuberías, codos, uniones en T, bifurcaciones laterales desde 25 mm a 110 mm (PE, PP, PVDF).



DELTA 160: Soldadora profesional auto-alineante para instalaciones de gas, agua y otros fluidos bajo presión. Está conformada por un cuerpo de base con dos cilindros hidráulicos y cuatro mordazas, una fresa eléctrica, un plato calefactor y una central electro-hidráulica.

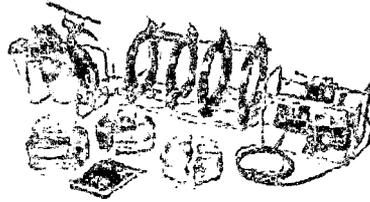
Suelda: Tuberías, codos, uniones en T, bifurcaciones laterales, cuellos-bridas desde 40mm hasta 160mm (PE, PP, PVDF).



DELTA 160

DELTA 315: Soldadora profesional auto-alineante para instalaciones de gas, agua y otros fluidos bajo presión. Está conformada por un cuerpo de base con dos cilindros hidráulicos y cuatro mordazas, una fresa eléctrica, un plato calefactor y una central electro-hidráulica.

Suelda: Tuberías, codos, uniones en T, bifurcaciones laterales, cuellos-bridas desde 90mm hasta 315mm (PE, PP, PVDF).



DELTA 315

DELTA 500: Soldadora profesional auto-alineante para instalaciones de gas, agua, descargas industriales y otros fluidos bajo presión. Esta conformada por un cuerpo de base con dos cilindros hidráulicos y cuatro mordazas, una fresa eléctrica, un plato calefactor y una central electro-hidráulica.

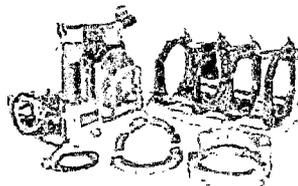
Suelda: Tuberías, codos, uniones en T, bifurcaciones laterales, cuellos-bridas desde 200mm hasta 500mm (PE, PP, PVDF).



DELTA 600

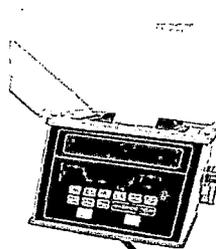
DELTA 630: Soldadora profesional auto-alineante para instalaciones de gas, agua y otros fluidos bajo presión. Esta conformada por un cuerpo de base con dos cilindros hidráulicos y cuatro mordazas, una fresa eléctrica, un plato calefactor y una central electro-hidráulica.

Suelda: Tuberías, codos, uniones en T, bifurcaciones laterales, cuellos-bridas desde 355mm hasta 630mm (PE, PP, PVDF).



DELTA 630

INSPECTOR: Unidad de control interactiva aplicable a todos los modelos de nuestros equipos termofusores. El Inspector procesa los parámetros de soldadura en base a los datos que fueran introducidos por el supervisor y señala si la soldadura ha sido efectuada correctamente, memoriza e imprime la relación de soldaduras realizadas con una capacidad de hasta 1020 uniones, con software para bajarlo a un PC.



ESCARIADORES: Para retirar las rebaba interna producto del proceso de Termofusión en tuberías de 110mm hasta 500 mm

ANEXO C

Normas de referencia relacionadas con tuberías y fittings de HDPE

ISO 161-1	:	1996	Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids - Nominal outside diameters and nominal pressures - Part 1: Metric series.
ISO 1133	:	1996	Plastics - Determination of the melt mass-flow rate (MFR) and the melt volume-flow rate (MVR) of thermoplastics.
ISO 1167	:	1996	Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids - Resistance to internal pressure - Test method.
ISO 1183	:	1987	Plastics - Methods for determining the density and relative density of non-cellular plastics.
ISO 4065	:	1996	Thermoplastics pipes - Universal wall thickness table.
ISO 4427	:	1996	Polyethylene (PE) pipes for water supply - Specifications.
ISO 6250-1	:	1997	Thermoplastics pipes - Determination of tensile properties - Part 1: General test method.
ISO 6259-3	:	1997	Thermoplastics pipes - Determination of tensile properties - Part 3: Polyolefin pipes.
ISO 11922-1	:	1997	Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids - Dimensions and tolerances - Part 1: Metric series.
ISO 12162	:	1995	Thermoplastics materials for pipes and fittings for pressure applications - Classification and designation - Overall service (design) coefficient.
DIN 8074		(1999)	High-density polyethylene (PE-HD) pipes. Dimensions.
DIN 8075		(1999)	High-density polyethylene (PE-HD) pipes. General quality requirements. Testing.
DIN 16963 Part 1		(1980)	Pipe Joints and Elements for High Density Polyethylene (HDPE) Pressure Pipelines. Pipe Bends of Segmental Construction for Butt-welding. Dimensions.
DIN 16963 Part 2		(1983)	Pipe joint assemblies and fittings for types 1 and 2 high-density polyethylene (HDPE) pressure pipes. Tees and branches produced by segment inserts and necking for butt welding. Dimensions.
DIN 16963 Part 4		(1986)	Pipe joint assemblies and fittings for high-density polyethylene (HDPE) pressure pipes. Adaptors for fusion jointing, flanges and sealing elements. Dimensions.
DIN 16963 Part 6		(1989)	Pipe joint assemblies and fittings for high-density polyethylene (HDPE) pressure pipes. Injection-moulded fittings for butt welding. Dimensions.
DIN 16963 Part 7		(1989)	Pipe joint assemblies and fittings for high-density polyethylene (HDPE) pressure pipes. Fittings for resistance welding. Dimensions.
DIN 16963 Part 8		(1980)	Pipe Joints and Elements for High Density Polyethylene (HDPE) Pressure Pipelines. Injection Moulded Elbows for Socket-welding. Dimensions.
DIN 16963 Part 9		(1980)	Pipe Joints and Elements for High Density Polyethylene (HDPE) Pressure Pipelines. Injection Moulded Tee Pieces for Socket-welding. Dimensions.
DIN 16963 Part 10		(1980)	Pipe Joints and Elements for High Density Polyethylene (HDPE) Pressure Pipelines. Injection Moulded Sockets and Caps for Socket-welding. Dimensions.
DIN 16963 Part 11		(1980)	Pipe Joints and Elements for High Density Polyethylene (HDPE) Pressure Pipelines. Bushes, Flanges and Seals for Socket-welding. Dimensions.
DIN 16963 Part 13		(1980)	Pipe Joints and Elements for High Density Polyethylene (HDPE) Pressure Pipelines. Turned and Pressed Reducing Sockets for Butt-welding. Dimensions.
DIN 16963 Part 14		(1983)	Pipe joint assemblies and fittings for types 1 and 2 high-density polyethylene (HDPE) pressure pipes. Injection moulded reducers and nipples for socket welding. Dimensions.

ANEXO D

Especificaciones Técnicas: Tuberías PE 100			
Propiedad	Método de Prueba	Valor Normal	Unidad
Densidad (resina base)	ISO 1183	949	kg/m ³
Densidad (compuesto)	ISO 1183	959	kg/m ³
Índice de fluidez (190°C/5 kg)	ISO 1133	0,45	g/10 min
Tensión máxima elástica	ISO 6259	25	MPa
Alargamiento a la rotura	ISO 6259	>600	%
Módulo de elasticidad	ISO 527	1400	MPa
T° de reblandecimiento Vicat (1 kg)	ISO 306	127	°C
T° de reblandecimiento Vicat (5 kg)	ISO 306	77	°C
Estabilidad térmica (OIT, 210°C)	ISO 10837	>20	Min
ESCR (10% Igepal), F50	ASTM D 1693-A	>10000	H
Contenido de negro de humo	ASTM D 1603	≥2	%

Especificaciones Técnicas: Tuberías PE 80			
Propiedad	Método de Prueba	Valor Normal	Unidad
Densidad (resina base)	ISO 1183	945	kg/m ³
Densidad (compuesto)	ISO 1183	955	kg/m ³
Índice de fluidez (190°C/5 kg)	ISO 1133	0,85	g/10 min
Tensión máxima elástica	ISO 6259	21	MPa
Alargamiento a la rotura	ISO 6259	>600	%
Módulo de elasticidad	ISO 527	1000	MPa
T° de reblandecimiento Vicat (1 kg)	ISO 306	125	°C
T° de reblandecimiento Vicat (5 kg)	ISO 306	72	°C
Estabilidad térmica (OIT, 210°C)	ISO 10837	>20	Min
ESCR (10% Igepal), F50	ASTM D 1693- A	>10000	H
Contenido de negro de humo	ASTM D 1603	≥2	%

