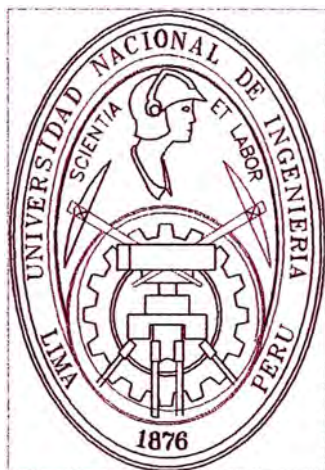


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE**  
**TUBERÍAS FORZADAS PARA CENTRALES**  
**HIDROELÉCTRICAS CON MATERIAL SUMITEN**  
**780S**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO MECÁNICO**  
**JULIO DENNIS CAQUI CARHUAPOMA**

**PROMOCIÓN 2008-1**  
**LIMA-PERÚ**  
**2011**

# INDICE

<b>PROLOGO</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO 1</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
1.1 ANTECEDENTES	4
1.2 OBJETIVO	4
1.3 ALCANCE	5
1.4 JUSTIFICACION	5
<b>CAPITULO 2</b>	
<b>MARCO TEORICO</b>	<b>7</b>
2.1 TERMINOLOGÍA BÁSICA	7
2.2 TIPOS DE DEFECTOS DE SOLDADURA MÁS COMUNES.	9
<b>CAPITULO 3</b>	
<b>PLANIFICACION DE LA CALIDAD</b>	¡Error! Marcador no definido.
3.1 PLAN DE CALIDAD	¡Error! Marcador no definido.
3.1.1 Organización General del Proyecto	14
3.1.1.1 Organización de Control de Calidad para el proyecto	185
3.1.2 Alcance	17
3.1.3 Diseño y Planos	17
3.1.3.1 Generalidades	17
3.1.3.2 Ordenes de Trabajo	18
3.1.3.3 Requerimientos Generales	18
3.1.3.4 Distribución	19
3.1.4 Control De Materiales	19
3.1.4.1 Generalidades	19
3.1.4.2 Recepción E Inspección	20
3.1.4.3 Entrega de Materiales a Producción	211
3.1.5 Habilitado, Rolado de Virolas y Fabricacion de Tuberias	21

3.1.5.1 Rolado de Planchas	21
3.1.5.1.1 Tareas Previas	261
3.1.5.1.2 Rolado	264
3.1.5.1.3 Preparacion de junta a soldar	264
3.1.5.1.4 Apuntalado de la Junta	264
3.1.5.1.5 Anillos Rigidizadores de Refuerzos de Agujeros para Tapones de concreto Roca	265
3.1.5.2 Fabricacion De Tubos	266
3.1.5.2.1 Unión de Virolas	26
3.1.5.3 Entrega de Tubos a Pintura	27
3.1.6 Control Dimensional	27
3.1.6.1 Registros	277
3.1.7 Control De Soldadura	28
3.1.7.1 General	28
3.1.7.2 Especificaciones del Procedimiento de Soldadura	28
3.1.7.3 Calificación y Control de Soldadores y Operadores de Soldadura	29
3.1.7.4 Soldadura de Producción y Reparaciones	31
3.1.7.5 Material de Soldadura	32
3.1.7.6 Registros	33
3.1.8 Preparación de Superficie y Pintura	33
3.1.8.1 Generalidades	33
3.1.8.2 Preparacion de la Superficie	344
3.1.8.3 Aplicación de Pintura	34
3.1.8.4 Registros	36
3.1.9 Examinacion e Inspección	336
3.1.9.1 Generalidades	36
3.1.9.2 Inspecciones	37
3.1.9.3 Certificación Final	38
3.1.9.4 Registros	38
3.1.10 Ensayos No Destructivos	38
3.1.10.1 General	38

3.1.10.2	Procedimiento End	39
3.1.10.3	Personal End	39
3.1.10.4	Reportes y Registros	40
3.1.11	Control de Productos no Conformes	40
3.1.11.1	Identificación de no Conformidad	40
3.1.11.2	Corrección de no Conformidad	41
3.1.11.3	Correccion de la Verificación	42
3.1.11.4	Registros	43
3.1.11.5	Acciones para la mejora	43
3.1.12	Recepción y Despacho de Productos Terminados por Almacén	444
3.1.12.1	Recepción de Productos Terminados	444
3.1.12.2	Despacho de Productos Terminados	455
3.1.12.3	Preparación para el Traslado y Almacenamiento	45
3.1.12.4	Dossier de Calidad	466
3.1.13	Listado de Formatos	466
3.2	PLAN DE PUNTOS DE INSPECCION	488

## **CAPITULO 4**

	<b>ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD ANTES DE LA FABRICACION</b>	<b>52</b>
4.1	ACTIVIDADES PREVIAS DE TALLER	52
4.2	AUDITORIA A LA EMPRESA QUE REALIZA LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN EL PROYECTO.	52
4.3	CALIFICACION DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (PQR Y WPS).	53
4.3.1	Requerimientos Generales para la Calificación de un Procedimiento de Soldadura.	55
4.3.2	Tipos de Prueba y Propósito	55
4.3.3	Posiciones de Prueba	56
4.3.4	Probeta de Prueba de Calificación de Procedimiento de Soldadura	57
4.3.5	Ensayo de Tracción.	58
4.3.6	Ensayo de Doblez.	59
4.3.7	Ensayo Charpy.	60



4.4	CALIFICACION DE SOLDADORES (WPQ)	61
4.5	CALIBRACION DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.	688
4.5.1	Instrumentos de Control Dimensional:	688
4.5.2	Instrumentos de Control de Soldadura:	69
4.5.3	Instrumentos de Control de Pintura	700

## **CAPITULO 5**

<b>CONTROL DE CALIDAD DURANTE LA FABRICACION</b>	<b>711</b>	
5.1	GENERALIDADES	71
5.2	RECEPCIÓN DE MATERIALES	71
5.3	TRAZABILIDAD DE MATERIALES	71
5.4	HABILITADO DE MATERIALES	72
5.5	INSPECCIÓN DIMENSIONAL	72
5.6	INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA	73
5.7	CONTROL DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	73
5.8	INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE PINTADO	74
5.8.1	Procedimiento de pintado de tuberías forzadas	75
5.8.2	Prueba de adherencia al sistema de pintura	81

## **CAPITULO 6**

<b>CRITERIOS DE ACEPTACION Y LIBERACION DE ESTRUCTURAS</b>	<b>86</b>	
6.1	ETAPAS DE INSPECCIÓN Y LIBERACIÓN.	86
6.2	TOLERANCIAS DE FABRICACIÓN	88
6.3	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	99
6.4	NORMAS APLICABLES	91

## **CAPITULO 7**

<b>COSTOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS REALIZADOS EN EL PROYECTO</b>	<b>92</b>	
7.1	COSTO DE ENSAYOS POR ULTRASONIDOS.	93
7.2	COSTO DE ENSAYOS POR GAMMAGRAFIA INDUSTRIAL	96
7.3	COSTO DE ENSAYOS POR PARTICULAS MAGNETICAS EN LOS BISELES	999
7.4	COSTO DE ENSAYOS POR PARTICULAS MAGNETICAS EN ANILLOS DE REFUERZO	102

7.5 COSTO TOTAL DE ENSAYOS REALIZADOS EN EL PROCESO DE FABRICACION DE LAS TUBERIAS FORZADAS.	1055
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>106</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>108</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>110</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>113</b>
ANEXO 1. REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (PQR)	114
ANEXO 2. ENSAYO DE DOBLES PARA EL PQR	12019
ANEXO 3. ENSAYO DE TRACCION PARA EL PQR	12320
ANEXO 4. ENSAYO DE IMPACTO (CHARPY)	1243
ANEXO 5. ENSAYO MACROGRAFICO	1194
ANEXO 6. ENSAYO DE DUREZA REALIZADO PARA EL PQR	127
ANEXO 7. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS REALIZADOS A LA PROBETA DEL PQR	132
ANEXO 8. REGISTROS DE CONTROL DE CALIDAD APLICADOS	1246
ANEXO 9. PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA CALIFICADO (WPS)	146
ANEXO 10. REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR (WPQ)	148
ANEXO 11. REGISTRO DE NO CONFORMIDADES	12349
ANEXO 12. PROCEDIMIENTO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA	12450
ANEXO 13. PROCEDIMIENTO DE INSPECCION EN LA RECEPCION DE MATERIALES	1191
ANEXO 14. LISTA DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE MEDICION	1202
ANEXO 15. CONSOLIDADO DE NO CONFORMIDADES	1203
ANEXO 16. ANALISIS DE CAUSA DE NO CONFORMIDADES	1204

## PRÓLOGO

En el marco de la inversión del capital peruano en generación de energía. Para asumir los retos de realizar grandes proyectos como el de la fabricación de toda tubería forzada con material Sumiten 780S de la Central Hidroeléctrica El Platanal, la empresa Imecon SA cuenta con un sistema de control de calidad para garantizar que los productos obtenidos antes durante y después del proceso de fabricación estén dentro de los estándares de calidad que se exige para dicho proyecto.

A continuación se detalla cada capítulo con la finalidad de conocer lo que involucra el sistema de control de calidad de Imecon.

El Capítulo I, la Introducción incluye la Justificación de la importancia del proyecto y lo particular de este por ser el primero en el Perú con material Sumiten 780S, abarca también el Objetivo y Alcance del informe basado en la norma de fabricación “ASME Boiler and Pressure Vessel Code - Section VIII División 1 y Sección IX para la calificación de procedimientos y soldadores.

El Capítulo II está basado en el Marco Teórico donde se detalla la terminología básica utilizado en el informe y también se detalla los defectos de soldadura típicos que se generan en la soldadura, esto sirve como referencia para poder identificarlas y tomar medidas preventivas para evitarlas en el transcurso del proceso de fabricación.

El Capítulo III se indica toda la planificación de la calidad y los puntos de inspección del antes durante y después del proceso de fabricación que involucra toda la gestión desde la recepción de los materiales hasta la liberación final y despacho de los productos.

El Capítulo IV abarca el Aseguramiento de la calidad antes de la fabricación que consta de las actividades previas al inicio de la producción en serie de las Tuberías Forzadas. En este capítulo se indica las auditorias que se realiza a las empresas de ensayos no destructivos para que puedan participar en el proyecto con la finalidad de garantizar que las inspecciones de END sean confiables, se detalla todo el proceso de Calificación de procedimientos de soldadura, el proceso de calificación de soldadores para garantizar la calidad de la soldadura y la calibración de instrumentos y equipos de medición para garantizar la confiabilidad en las mediciones durante el proceso de fabricación.

El Capítulo V abarca el control de calidad durante la fabricación en las etapas de Recepción de materiales, Habilitado de materiales, Trazabilidad de los materiales, Control dimensional, Inspección visual de soldadura, Control de Ensayos no destructivos aplicables a la soldadura, Granallado, se detalla el procedimiento de Pintado y pruebas del sistema de pintado utilizado en este proyecto. Se detalla las inspecciones que se realiza en estas etapas para garantizar la calidad del producto final.

El Capítulo VI abarca los criterios de aceptación y la liberación de tuberías, donde se detalla la secuencia de las inspecciones y liberaciones de cada proceso por parte de control de calidad. El porcentaje de ensayos a realizar en cada etapa del proceso de soldadura y las pruebas de pintura como adherencia y Detección de discontinuidades son requisitos para la liberación final de las tuberías.

El Capítulo VIII Abarca los costos por la realización de ensayos no destructivos a los biseles y a la soldadura. Se muestran cuadros donde se indica el metrado y costo de los ensayos de Partículas Magnéticas, Ultrasonidos y Gammagrafía realizados en las tuberías forzadas. Cabe indicar que para que los costos de los ensayos se redujeran considerablemente se negoció todo el metrado del ensayo de Partículas Magnéticas y Ultrasonidos a un solo proveedor, el costo total en ensayos es \$127809,81 8 ( sin incluir IGV).

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1 ANTECEDENTES**

Anteriormente los diseños de Tuberías forzadas para Centrales Hidroeléctricas se realizaba con material de acero de bajo y mediano carbono y por la resistencia mecánica de este material necesariamente se utilizaban planchas de gran espesor para asegurar que el diseño no falle. Hoy en día para la fabricación de Tuberías forzadas se busca minimizar costos en diseño, tiempo y productividad es por ello que se opta por el uso de materiales de alto carbono templados y revenidos como es el Sumiten 780S.

Por lo delicado y novedoso del uso del Sumiten 780S en el Perú, las operaciones por soldadura que se usa para la fabricación del blindaje del Pique de la C.H. El Platanal debe ser efectuado con el mayor cuidado de producción y exigencias de Control de Calidad, para evitar la fisuración por hidrógeno de las uniones y otros defectos típicos si no es bien utilizado este tipo de material.

### **1.2 OBJETIVO**

Desarrollar el Sistema de Control de Calidad en el proceso de fabricación de Tuberías Forzadas para Centrales Hidroeléctricas con material Sumiten 780S con herramientas de seguimiento y control de acuerdo al Código ASME.

### **1.3 ALCANCE**

El informe está basado en implementar un sistema de control de calidad en la Fabricación de Tuberías Forzadas con material Sumiten 780S. La fabricación de la tubería forzada será bajo la norma “ASME Boiler and Pressure Vessel Code - Section VIII División 1. La calificación de operarios y procedimientos de soldadura estarán bajo la norma “ASME Boiler and Pressure Vessel Code - Section IX - Qualification Standard of Welding and Brazing Procedures, Welders, Brazers, and Welding and Brazing Operators”, siendo aplicada para este proyecto por la presión que va a soportar la tubería.

### **1.4 JUSTIFICACION**

Debido al incremento de nuevos proyectos Hidroeléctricos que se está desarrollando en el Perú con material Sumiten 780S, es decir material con mejores propiedades mecánicas que un acero comercial, cuyas características mecánicas son necesarias para trabajar con los diferentes tipos de cargas a los cuales está sometido como tubería forzada en una central hidroeléctrica.

Las empresas que se encuentran en el rubro Metalmecánico para la Fabricación de Estructuras Metálicas se ven con la necesidad de desarrollar un procedimiento de trabajo tomando en consideración los estándares de calidad que implica el uso del material Sumiten 780S.

Las empresas deben presentar un plan de inspección para las operaciones a iniciarse describiendo secuencialmente las inspecciones a realizar, los procedimientos de inspección, los criterios de aceptación y la participación de los involucrados para garantizar el aseguramiento de la calidad. El plan de inspección también debe incluir los registros de inspección que serán aplicados al proyecto.

Debido a que en el Perú no se cuenta con una norma técnica para la fabricación de Tuberías Forzadas, se ha creado la necesidad de trabajar siguiendo especificaciones técnicas internacionales, por tal motivo es importante que las personas involucradas en las áreas principalmente de producción y calidad, conozcan a profundidad la aplicación de las normas y lo implementen en su plan de calidad y PPI.



## **CAPITULO 2**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 TERMINOLOGÍA BÁSICA**

##### **^ Procesos según ISO 9000.**

Conjunto de actividades que se efectúan cuando unos proveedores internos o externos nos entregan unos recursos (entradas), los cuales transformamos en resultados bienes o servicios (salidas) para nuestros clientes internos y/o externos.

##### **Calidad según ISO 9000.**

La calidad es un atributo que debería ser calificado por los clientes, uno jamás debería juzgar si su trabajo es de calidad o no, pues seríamos juez y parte.

##### **Soldadura.**

Proceso por medio del cual se unen los materiales base de composición igual, semejante o diferente aplicando calor con material de aportación, de tal forma que en el lugar de unión queda totalmente un sólido homogéneo al igual que en las zonas laterales.

##### **^ Procedimiento de Soldadura.**

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

▲ **Ensayo por Inspección Visual.**

Ensayo no destructivo que consiste en la evaluación visual del acabado, presencia de discontinuidades, etc.

▲ **No Conformidad.**

Incumplimiento de los requisitos especificados en el diseño.

▲ **Especificación técnica.**

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

▲ **Criterios de aceptación o rechazo.**

Definiciones establecidas por la norma o código aplicable como patrón, para aceptar o rechazar una discontinuidad detectada en la inspección visual de soldadura.

▲ **Defecto de soldadura.**

Discontinuidad cuya naturaleza, forma, tamaño, orientación, localización o efecto acumulativo supera los criterios de aceptación de la presente instrucción técnica en un cordón de soldadura.

▲ **Adherencia de película de pintura**

Se llama así a la capacidad o facilidad de una película de pintura para unirse fuertemente a la superficie sobre la que se aplica, sea ésta un material desnudo o una pintura anterior ya seca.

▲ **Cohesión entre capas de pintura**

Se define como la fuerza de atracción entre partículas (como son las moléculas que forman las Pinturas) de la misma clase.

Se comprueba con los mismos procedimientos que se usan para evaluar a adherencia, la diferencia esta en que la misma capa se desprende en dos.

▲ **Adhesión de pintura**

Capacidad de una película seca de pintura de fijarse sobre un substrato. La adhesión dependerá del grado de preparación de superficie, el espesor de película seca y del tiempo de secado.

## 2.2 TIPOS DE DEFECTOS DE SOLDADURA MÁS COMUNES.

### ▲ **Socavación / mordedura (“Undercut”)**

La socavación es una muesca o canaleta o hendidura ubicada en los bordes de la soldadura; que es un concentrador de tensiones y además disminuye el espesor de las planchas la cual es perjudicial. Pueden darse en la raíz o en la cara de la soldadura.

### ▲ **Porosidad (“Porosity”):**

Cavidad tipo discontinuidad formada por gas atrapado durante la solidificación del metal líquido generalmente se presenta en forma esférica y cilíndrica. la porosidad es un indicativo del nivel de humedad de los consumibles utilizados (fisuración por hidrógeno), grado de contaminación del metal base. Se divide a su vez en cuatro tipos:

- a) Porosidad uniformemente dispersa
- b) Porosidad agrupada (“Cluster porosity”)
- c) Porosidad alineada (“Linear porosity”)
- d) Porosidad vermicular o tipo gusanos (“Piping porosity”)

### ▲ **Inclusiones (“Inclusions”)**

- a) Inclusiones de escoria (“Slag inclusions”)

Son sólidos no metálicos atrapados en el metal de soldadura o entre el metal de soldadura y el metal base. Pueden encontrarse en soldaduras hechas por cualquier proceso de arco.

- b) Inclusiones de Tungsteno

Son partículas de Tungsteno atrapadas en el metal de soldadura y son exclusivas del proceso GTAW (TIG).

▲ **Fusión incompleta (“Lack of fusion”)**

Discontinuidad bidimensional causada por la falta de unión entre los cordones de soldadura y el metal base, o entre los cordones de la soldadura.

▲ **Penetración incompleta o falta de penetración (“Incomplete joint penetration”)**

Ocurre cuando el metal de soldadura no se extiende a través de todo el espesor de la junta. El área no fundida ni penetrada es una discontinuidad descrita como “penetración incompleta”.

▲ **Fisuras (“Cracks”)**

Ocurren en el metal base y en el metal de aporte, cuando las tensiones localizadas exceden la resistencia última del material. Las fisuras son, independientemente de su longitud, defectos y por lo tanto una vez detectadas deben removerse y eliminarse por completo.

Las fisuras pueden clasificarse en:

Fisuras en caliente: se desarrollan durante la solidificación y su propagación es intergranular (entre granos).

Fisuras en frío: se desarrollan luego de la solidificación, son asociadas comúnmente con fragilización por hidrógeno. Se propagan entre y a través de los granos (inter y transgranular).

**Según su forma, las fisuras también se pueden clasificarse en:**

Fisuras longitudinales: son paralelas al eje de la soldadura.

Fisuras transversales: generalmente son el resultado de esfuerzos debido a contracciones longitudinales actuando en metales de soldadura de baja ductilidad.

Cráteres: ocurren cuando el arco es terminado incorrectamente. Generalmente tienen forma de estrella. Son superficiales, se forman en caliente y usualmente forman redes con forma de estrella.

De garganta: son fisuras longitudinales ubicadas en la cara de la soldadura. Generalmente, pero no siempre, son fisuras en caliente.

De borde: son generalmente fisuras en frío. Se inician y propagan desde el borde de la soldadura, donde se concentran los esfuerzos de contracción. Se inician perpendicularmente a la superficie del metal base. Estas fisuras son generalmente el resultado de contracciones térmicas actuando en la zona afectada térmicamente (ZAC).

De raíz: son longitudinales, en la raíz de la soldadura o en la superficie de la misma. Pueden ser fisuras en caliente o en frío.

Fisuras bajo el cordón y fisuras en la ZAC: son generalmente fisuras en frío que se forman en la ZAC del metal base. Son generalmente cortas, pero pueden unirse para formar una fisura continua. Las que se dan bajo el cordón, pueden convertirse en un serio problema cuando están presentes: hidrógeno, microestructura poco dúctil y altos esfuerzos residuales. Ambas pueden ser fisuras en caliente o en frío. Son encontrados a intervalos regulares bajo la soldadura y también por el contorno de la ZAC donde los esfuerzos residuales son máximos.

#### ^ **Concavidad (“Underfill”)**

Se produce cuando el metal de soldadura en la superficie de la cara externa, o en la superficie de la raíz interna, posee un nivel que está por debajo de la superficie adyacente del metal base.

#### ^ **Garganta insuficiente (“Insufficient throat”)**

Puede ser debido a una depresión en la cara de la soldadura de filete, disminuyendo la garganta, cuya dimensión debe cumplir la especificación dada por el proyectista para el tamaño del filete.

▲ **Catetos demasiado cortos (“Insufficient legs”)**

Es un tamaño menor que el adecuado para su uso, en los catetos de la soldadura de filete. Es de índole similar a la discontinuidad anterior.

▲ **Solape (“Overlap”) (Metal de soldadura apoyado sobre el metal base sin fundirlo)**

Es la porción que sobresale del metal de soldadura más allá del límite de la soldadura o de su raíz. Se produce un falso borde de la soldadura, estando el metal de soldadura apoyado sobre el metal base sin haberlo fundido (como que se derramó el metal fundido sobre el metal base). Puede resultar por un deficiente control del proceso de soldadura, errónea selección de los materiales, o preparación del metal base inapropiados.

▲ **Sobremonta excesiva (“Weld reinforcement”)**

La sobremonta es un concentrador de tensiones y, además, un exceso de ésta aumenta las tensiones residuales, presentes en cualquier soldadura, debido al aporte sobrante. Por estos motivos las normas limitan el valor de R, que en general no debe exceder de 1/8” (3mm).

▲ **Laminaciones (“Laminations”)**

Son discontinuidades planas y alargadas en el metal base, encontrándose normalmente en la parte media del espesor de los materiales forjados (como lo son las planchas de acero utilizadas para construcción de Puentes, recipientes a presión, que se producen en el proceso de fabricación.

▲ **Fisuras laminares (“Lamellar tears”)**

Son fracturas en forma de terraza en el metal base, con orientación básicamente paralela a la superficie forjada. Son causadas por altos esfuerzos en la dirección del espesor que resultan del proceso de soldadura.

▲ **Golpes de arco / apertura de arco / arranque de arco / chisporroteo (en el material base fuera de la soldadura) (“Arc strike”)**

Imperfección localizada en la superficie del metal base, caracterizada por una ligera adición o falta de metal, resultante de la apertura accidental del arco eléctrico. Normalmente se depositará sobre el metal base una serie de pequeñas gotas de acero que pueden originar microfisuras; para evitar la aparición de microfisuras esas pequeñas gotas deben ser eliminadas mediante amolado de la superficie afectada.

▲ **Desalineación (“High – Low”)**

Esta discontinuidad se da cuando en las uniones soldadas a tope las superficies que deberían ser paralelas se presentan desalineados; también puede darse cuando se sueldan dos tuberías que se han presentado excéntricamente, o poseen ovalizaciones. Las normas limitan esta desalineación, normalmente en función del espesor de las partes a soldar.

▲ **Salpicaduras (“Spatter”)**

Son los glóbulos de metal de aporte transferidos durante la soldadura y adheridos a la superficie del metal base, o a la zona fundida ya solidificada.

Es importante tener conocimiento de los distintos defectos que se pueden presentar en el proceso de soldeo para tomar medidas de control más exhaustivas antes durante y después del proceso de fabricación. Estas medidas se refieren a tener más control de los parámetros de soldeo, de la preparación de junta, de la técnica del soldador y de las condiciones en que se realiza el soldeo.

## **CAPITULO 3**

### **PLANIFICACIÓN DE LA CALIDAD**

#### **3.1 PLAN DE CALIDAD**

##### **3.1.1 Organización General del proyecto**

Para el desarrollo de este proyecto, **IMECON S.A.** ha dispuesto de una organización conformada por personal competente para ejercer las funciones y responsabilidades necesarias para lograr el nivel de calidad previsto por el cliente. El personal asignado a la construcción es conformado por especialistas y operarios calificados.

**IMECON S.A.** ha previsto la estructura orgánica en el organigrama funcional según el alcance del contrato, que se presenta a continuación:



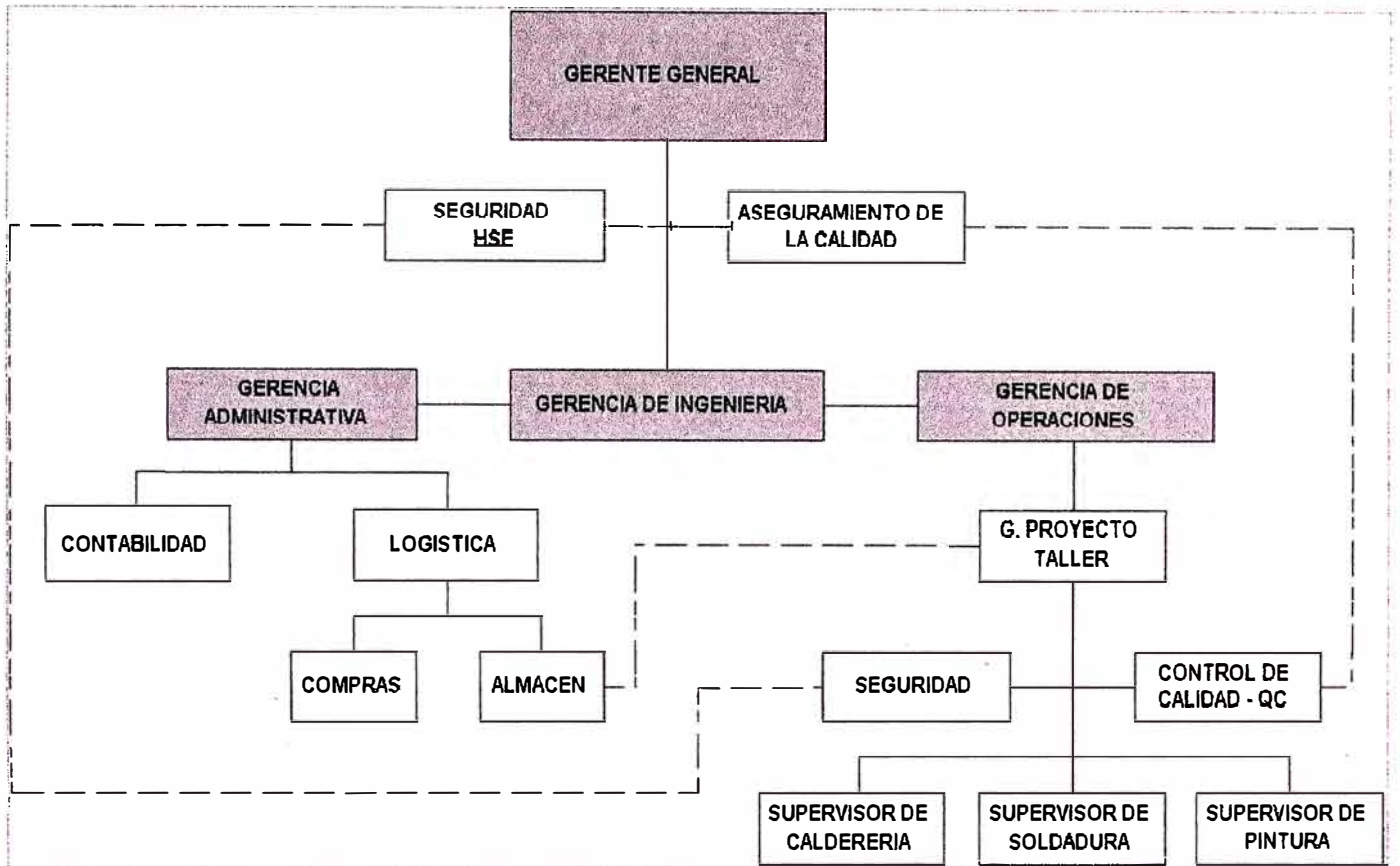


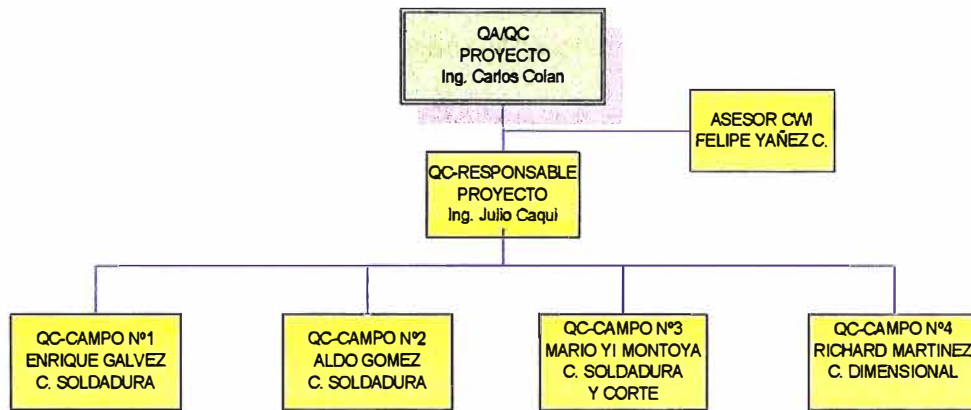
Figura. Nº 3.1 Organigrama del proyecto

### 3.1.1.1 Organización de Control de Calidad para el proyecto

IMECON S.A. ha dispuesto personal competente para ejercer las funciones de control de calidad, en el organigrama que se presenta a continuación se detalla la distribución de personal para las distintas tareas:

## ORGANIGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD PROYECTO EL PLATANAL

TURNO: DÍA



TURNO: NOCHE



NOTA:  
EN CASO DE REQUERIR EL PROYECTO INGRESARAN

Fecha: 11-02-2008

Figura. N° 3.2 Organigrama del proyecto

### **3.1.2 Alcance**

Este plan de calidad describe responsabilidades y procedimientos para el tratamiento de la orden de compra, los cuales aseguran que los documentos indicados en la referencia sean los autorizados y que los planos de taller, listados de materiales e instrucciones aplicables, así como los cambios autorizados sean usados en la fabricación, exanimación, inspección y prueba de las tuberías.

### **3.1.3 Diseño y Planos**

#### **3.1.3.1 Generalidades**

En la fabricación de tuberías, IMECON S.A. es responsable por el desarrollo de planos de taller.

El Ingeniero de Diseño prepara los planos de taller usando los planos y las Especificaciones Técnicas aplicables aprobados para construcción.

#### **3.1.3.2 Ordenes de Trabajo**

Las especificaciones del cliente son revisadas por el Gerente de Ingeniería o su designado para adecuación y cumplimiento con los requerimientos aplicables, cualquier información adicional requerida deberá ser coordinada con el cliente antes de comenzar el trabajo.

A cada virola y posteriormente a la tubería se le asignara el número de identificación correspondiente de tal manera que se realice la trazabilidad requerida con los documentos de Ingeniería y Control de Calidad.

### **3.1.3.3 Requerimientos Generales**

El Gerente de Ingeniería asignará el trabajo a un Ingeniero de Diseño para que prepare Planos de Fabricación, Hojas de Proceso, Listado de Materiales, Requisición de Materiales, y cualquier otro documento de diseño que se requiera para la fabricación.

El Listado de Materiales o Requisición de Materiales deberá especificar materiales ASTM, ANSI, API, ASME, o material equivalente como lo permita las especificaciones del Cliente. Todo material proporcionado por IMECON o por el Cliente deberá ser identificado con un código de inventario diferenciado. Si fuese necesario, el código del material del Cliente podrá ser parte de la identificación del material en la base de datos.

Revisiones en los documentos de diseño son preparados y aprobados de la misma manera que los originales o ECN ( Engineering Change Notice) que es adjuntado al plano revisado.

El Ingeniero de Diseño deberá coordinar con el Gerente de Producción para decidir sobre los procedimientos de soldadura aplicables, los cuales serán incluidos en los planos.

Los Planos de Fabricación (incluyendo las Hojas de Proceso) deberán incluir información acerca de los requerimientos del cliente y cualquier otra información necesaria para la fabricación tales como:

- END y cualquier otra exanimación especial y prueba.
- Número y tipo de junta.

- Especificaciones de Pintura.
- Especificaciones del Cliente y marcas especiales.
- Orden de trabajo “OT”.
- Dimensiones completas, detalles y tolerancias.
- Listado de materiales con requerimientos ANSI/ASTM, API u otro.
- Procedimiento de soldadura y detalles de junta.
- Tratamiento térmico, según sea el caso.

#### **3.1.3.4 Distribución**

El Ingeniero de Diseño archiva los originales de todos los documentos de diseño por orden “OT” y los registra en el Archivo Central de Ingeniería.

El Ingeniero de Diseño es responsable de la revisión y distribución de los documentos, quien es el responsable de reemplazar con planos actualizados y de destruir o marcar como obsoletos los planos modificados.

Se entregará a planta 3 copias de planos: una para QA/QC y dos para el área de producción, quedando constancia en el cargo de planos.

#### **3.1.4 Control de Materiales**

##### **3.1.4.1 Generalidades**

Esta sección establece los lineamientos generales para el Sistema de Control de Inventarios y los mecanismos que permitan recepcionar, almacenar, controlar y despachar adecuadamente los productos suministrados por nuestros clientes.

En el caso que IMECON proporcione, por encargo de nuestros clientes, materiales como planchas, tubos, fittings entre otros, el control de materiales se realizará de manera similar y en concordancia con lo que establezca el requerimiento del cliente en cuanto al control y trazabilidad de los materiales.

#### **3.1.4.2 Recepción e Inspección**

El Jefe de almacén, es el responsable de la recepción física y documentaria de la totalidad de los materiales suministrado por el cliente, teniendo para ello la autoridad de aceptarlo o retenerlo si el mismo no cumple con las especificaciones del cliente y/o presenta daños físicos.

El Jefe de Control de Calidad, es el responsable de Verificar la Calidad del producto, Para ello tiene que hacer cumplir los requerimientos de calidad de la documentación de respaldo y la verificación física del producto. (Ver anexo 13).

Los productos entregados por el cliente iniciarán su proceso de inspección desde la descarga en las instalaciones de IMECON y concluirán con el ingreso a los almacenes físicamente como en el Sistema de Control de Inventarios, habiéndose para ello verificado la concordancia del contenido de las órdenes de compra emitidas por IMECON, guías o packing list con el producto recibido, en lo relacionado a la cantidad, dimensiones, tipo o especificación y estado visual y certificados de calidad. El proceso de recepción concluye con la emisión del Reporte de Recepción, el cual será firmado por el inspector de QA/QC y será entregado al jefe de Almacén y comunicará al Ingeniero del proyecto.

En caso de detectarse diferencias en algún aspecto los materiales serán retenidos y se emitirá un reporte de producto no conforme de acuerdo a este manual.

Solo en el caso de detectarse algún deterioro en el embalaje de material del cliente se procederá a comunicarle antes de comenzar el trabajo.

### **3.1.4.3 Entrega de Materiales a Producción**

Almacén con la Lista de Materiales, Lista de Partes y Sub-Ensamblés y el programa de producción, procederá a la preparación y entrega a planta de los materiales necesarios para la fabricación de las órdenes programadas. Realizando en línea los movimientos de descarga o salida en el Sistema de Control de Inventarios.

Semanalmente se emitirá el Reporte de Inventario Físico donde se muestran los diferentes saldos por cada uno de los artículos (físicos, por recibir, reservados, disponibles y esperados).

Al momento de la entrega de materiales a producción los mismos ya deben tener sus certificados de materiales correspondientes.

### **3.1.5 Habilitado, Rolado de Virolas y Fabricaciones de Tuberías**

Esta sección establece los lineamientos generales para el armado de virolas y fabricación de tubos donde se muestra los procedimientos de corte, preparación de juntas y apuntalado.

#### **3.1.5.1 Rolado de Planchas**

##### **3.1.5.1.1 Tareas Previas**

Todas las planchas serán verificadas en sus dimensiones antes del trazo, posteriormente se realizará el trazo de acuerdo a lo indicado en los planos, el personal asignado para el habilitado deberá controlar las siguientes dimensiones:

ancho (mm), longitud (mm) y diagonales (mm). El inspector de control de calidad verificará las dimensiones de la plancha antes del corte y después del corte.

Corte de planchas y preparación de biseles.

Las dimensiones para corte de planchas y biseles son indicadas en los planos de fabricación de cada virola elaborados por Ingeniería.

Antes de iniciar el corte de planchas deberá pre calentarse a una temperatura de 125°C.

El corte de las planchas Sumiten 780S se realizará con equipo de Oxicorte.

Posteriormente se procederá a esmerilar o mecanizar la superficie retirando toda la escoria y las irregularidades del corte hasta lograr que la superficie se presente lisa sin defectos superficiales.

El bisel para la soldadura a tope será preparado según los ángulos y dimensiones indicados en los planos de fabricación y en los procedimientos de soldadura calificados.

Toda reparación por soldadura de los biseles, debe notificarse a QA/QC de IMECON S.A. de tal manera hacer uso de un procedimiento calificado y aprobado por la Supervisión, con la finalidad de hacerle el seguimiento respectivo.

Toda reparación del bisel debe ser ejecutada por un soldador calificado en el proceso de soldadura a usar.

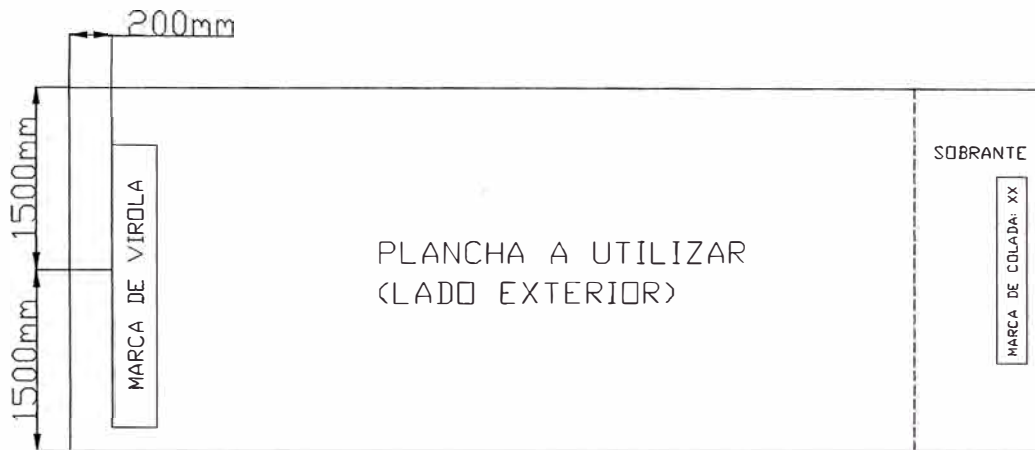
Toda reparación del bisel deberá ser Inspeccionada por la técnica de partículas magnéticas al 100%.

Posterior a la preparación de biseles se debe realizar la inspección por partículas magnéticas ó líquidos penetrantes al 100%.

En caso de encontrar defectos mayores deben notificarse al dueño y a la ingeniería para su aprobación. IMECON S.A., para asegurar la trazabilidad del material



realizará el estampado en bajo relieve, que comprende de una marca para identificar a la virola, con el número de colada en la plancha, N° de tubo y de virola.



**Marca: XXX-YYY-ZZZ**

**XXX:** N° de Colada

**YYY:** N° de Tubo

**ZZZ:** N° de Virola

Líneas abajo se muestra un cuadro con los parámetros de corte para el habilitado de planchas del proyecto:

#### PARAMETROS DE EQUIPO OXICORTE

<b>CORTE RECTO</b>						
<b>Material</b>	<b>Espesor</b>	<b>N° de Boquilla</b>	<b>Altura de la Boquilla</b>	<b>Presion de Oxigeno</b>	<b>Presion de Gas</b>	<b>Velocidad de Avance</b>
SUMITEN 780S	40 mm	4	12	75 psi	5 psi	8.5 pul/min.
<b>CORTE DE BISEL</b>						
<b>Material</b>	<b>Espesor</b>	<b>N° de Boquilla</b>	<b>Altura de la Boquilla</b>	<b>Presion de Oxigeno</b>	<b>Presion de Gas</b>	<b>Velocidad de Avance</b>
SUMITEN 780S	40 mm	4	10	75 psi	5 psi	9 pulg/min.

### **3.1.5.1.2 Rolado**

El rolado de cada virola se realizara por medio de una rola hidráulica a control numérico y se controlara por medio de plantillas. Se deberá controlar la ovalidad, el perímetro y la redondez.

### **3.1.5.1.3 Preparación de Junta a Soldar**

Los extremos de los componentes de tubos a soldarse a tope (Butt Weld) son alineados con tanta exactitud como sea posible, de modo que las superficies interiores de los componentes queden aproximadamente a ras dentro de las tolerancias permitidas.

Cuando el desalineamiento interno de las superficies exceda las tolerancias indicadas en el plano de fabricación respectivo a utilizar, se rebaja mediante esmerilado la superficie adyacente a la soldadura del componente cuya pared se extienda interiormente. Cuando se esmerile el borde interior se tratará que la transición sea lo más suave posible y en ningún caso con un ángulo que exceda los 30°.

### **3.1.5.1.4 Apuntalado de la Junta**

Una vez alineados y preparados los elementos de la junta, se apuntalarán para mantener el alineamiento durante el proceso de soldadura.

Los puntos de soldadura serán espaciados de acuerdo a lo requerido pero con un mínimo de (05) puntos por cuadrante. La longitud del punto de soldadura será mínimo 25 mm.

Los puntos de soldadura serán ejecutados por un soldador calificado utilizando un procedimiento calificado.

Esta prohibido hacer golpes de Arco (Arc Strick) en el material base de ocurrir deberá limpiarse é inspeccionarse por MT para descartar fisuras.

Todo Tack Weld deberá ser realizado de acuerdo al WPS calificado, se recomienda no soldar sobre esta zona de soldadura.

Todas las juntas a tope Longitudinales (de virolas y refuerzos) deberán llevar en los extremos un apéndice con la misma configuración de la junta del material a soldar.

Todo punto que presente una fisura durante el proceso de soldadura será removido.

Se procederá a soldar de acuerdo a la sección 3.1.7 Control de Soldadura del presente manual.

Se realizaran los ensayos no destructivos indicados en los planos de acuerdo a la sección 3.1.10 Ensayos No Destructivos del presente manual. De haber fallas en las soldaduras se procederá de acuerdo a la sección 3.1.11 Control de Productos No Conforme del presente manual.

#### **3.1.5.1.5 Anillos Rigidizadores Y Refuerzos De Agujeros Para Tapones De Concreto – Roca**

Los anillos rigidizadores así como los refuerzos de los agujeros para tapones de concreto – roca serán fabricados separadamente e instalados después de la fabricación de cada virola.

Se soldaran siguiendo las indicaciones de la sección 3.1.7 del presente manual, teniendo en cuenta que la soldadura de filete del casco-anillo será interrumpida en los cruces con la soldadura de empalme de anillo y en las costuras longitudinales en un radio de 50mm a cada lado de la soldadura.

Se realizaran los ensayos no destructivos indicados en los planos de acuerdo a la sección 3.1.10 Ensayos No Destructivos del presente manual.

De haber fallas en las soldaduras se procederá de acuerdo a la sección 3.1.11 Control de Productos No Conforme del presente manual.

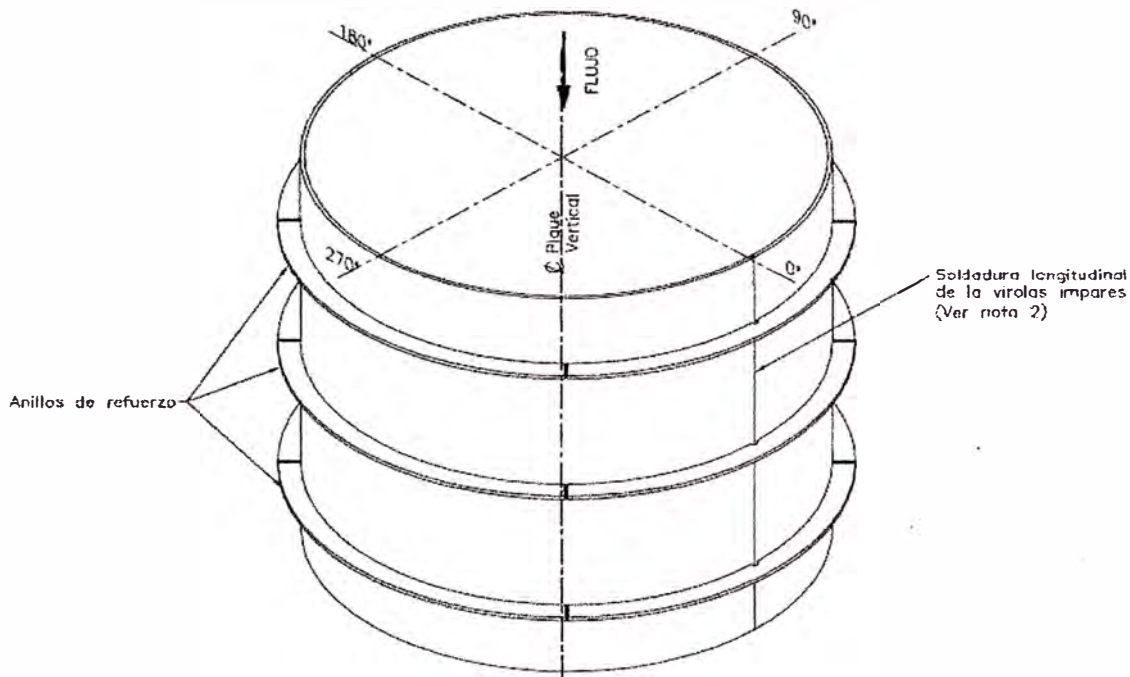


Figura 3.3. Isométrico de una Virola

### 3.1.5.2 Fabricación De Tubos

#### 3.1.5.2.1 Unión de Virolas

Las virolas que han sido terminadas incluyendo los anillos rigidizadores y los refuerzos de los agujeros para tapones de concreto – roca serán ubicados sobre posicionadores para realizar la soldaduras circulares.

Se deberá verificar las marcas de cada virola para su respectivo ensamble con las otras virolas que pasaran a formar el tubo que deberá estar debidamente identificado.

Se seguirá según lo indicado en los párrafos 3.1.5.1.3 y 3.1.5.1.4 arriba mencionados, teniendo en cuenta que las juntas longitudinales de los tubos adyacentes se ubiquen diametralmente opuestas.

Se realizaran los ensayos no destructivos indicados en los planos de acuerdo a la sección de Ensayos No Destructivos del presente manual.

De haber fallas en las soldaduras se procederá de acuerdo a la sección de Control de Productos No Conforme del presente manual.

### **3.1.5.3 Entrega de Tubos a Pintura**

Los tubos terminados de fabricar pasaran a la zona de pintura.

### **3.1.6 Control Dimensional**

Los controles dimensionales tendrán por objeto asegurar a la Inspección de Obra que el armado ha sido realizado de acuerdo a los requerimientos establecidos en los planos de fabricación y en el plan de inspección.

Los controles a realizar serán como mínimo:

Ovalidad, perímetro, redondez y alineamiento.

Posterior al apuntalado se verificara el rolado, de no alcanzar las tolerancias de redondez, se deberá repasar con la rola otra vez.

Longitud de tubos

Identificación de virolas y tubos.

#### **3.1.6.1 Registros**

Una vez realizados los chequeos se procederá a la confección del Registro de Inspección “As Built” por el Inspector de QA/QC. Formato registro de inspección “AS BUILT” (ver anexo 8).

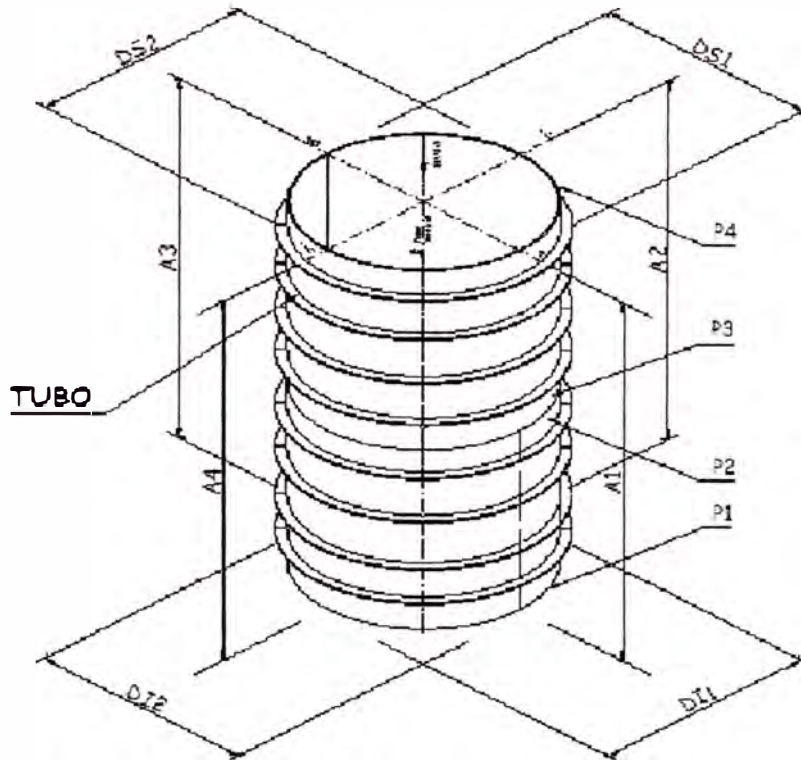


Figura 3.4. Isométrico de un Tubo

### 3.1.7 Control De Soldadura

#### 3.1.7.1 **General**

Esta sección describe los requerimientos para asegurar que la soldadura en el trabajo realizado es efectuada usando los Procedimientos Calificados de Soldadura (WPS), y que soldadores y operadores están calificados de acuerdo al Código ASME Sección IX.

#### 3.1.7.2 **Especificaciones del Procedimiento de Soldadura**

Los WPS's han sido preparados por el Jefe de Control de Calidad con el apoyo del Ingeniero del Proyecto en ella incluye todas las variables requeridas del proceso de soldadura según el Código ASME Sección IX y del rango propuesto de producción de soldadura. Las pruebas requeridas de soldadura son efectuados bajo su supervisión. Preparación y pruebas de probetas son supervisados por el Jefe de

Control de Calidad. Los ensayos de tracción, Doble, Charpy, Dureza y Macrografía serán realizados por un laboratorio calificado. El reporte de los resultados es revisado y aprobado por el Jefe de Control de Calidad. Si es aceptado, preparará y certificará con su firma y fecha.

Imecon S.A. comunicará a la Supervisión con 24Hrs. de anticipación la realización de la soldadura de cupones y de los ensayos no destructivos/destructivos.

Copias de los WPS deberán ser remitidos al Jefe de Ingeniería por el Jefe de Control de Calidad de manera que sean usados en los diseños de los ítem como sean aplicables, Cuando las condiciones de diseño requieren de calificación de nuevos WPS, el Ingeniero de Diseño junto con el Jefe de Control de Calidad, deberán establecer las variables de soldadura a ser considerados en los nuevos WPS.

Copias controladas de los WPS calificados son provistas al Supervisor de Soldadura y al Supervisor de Fabricación de Tubos para uso de los soldadores de producción en las áreas de trabajo. El Jefe de Control de Calidad mantiene el WPS y PQR original.

WPS y PQR's son entregados al cliente para su revisión y aceptación, antes de usarse en las soldaduras de producción.

El Jefe de Control de Calidad o el cliente podrán solicitar la re-calificación de un WPS, si hay una buena razón.

### **3.1.7.3 Calificación y Control de Soldadores y Operadores de Soldadura**

Todos los soldadores y operadores de soldadura estarán calificados bajo el Código ASME Sección IX bajo la supervisión del Supervisor de Soldadura y del Inspector de Control de Calidad. Las prueba requeridas de las probetas o radiografías de las soldaduras, son realizadas por un laboratorio calificado de

pruebas o sub-contratante. El reporte de las pruebas realizadas es revisado por el Jefe de Control de Calidad, y si es aceptado, prepara y certifica la Performance del Soldador (WPQ).

Inecon S.A. comunicará a la Supervisión con 24Hrs. de anticipación la realización de la prueba de Calificación de soldadores u operadores y los ensayos no destructivos/destructivos.

Los WPQR originales son mantenidas por el Jefe de Control de Calidad en un archivo y están disponibles para revisión por el cliente en cualquier momento. Copias del WPQR son enviadas al Supervisor de Soldadura y al Supervisor de Fabricación Tubos para el archivo respectivo de calificación de soldadores y operadores de soldadura, y para una correcta asignación al trabajo de cualquier soldador de acuerdo a los rangos de calificación.

La calificación de la performance del soldador o del operador de soldadura deberá ser afectada cuando una de las siguientes condiciones ocurre:

- a) Cuando hay una razón específica para cuestionar su habilidad en hacer soldaduras que estén dentro de las especificaciones, la calificación que sustenta que la soldadura que está haciendo deba ser revocada. Todas las otras calificaciones no cuestionadas se mantienen en efecto.
- b) Al requerimiento del cliente.
- c) Cuando hay un cambio en el performance de una variable esencial.

Cada soldador calificado estará en la Bitácora de Soldadores que debe tener el Jefe de Control de Calidad de la información mensual provista por el Supervisor de Fabricación Tubos o Supervisor de Soldadura. La Bitácora indicará cada mes por lo



menos (1) de las ordenes “S” en la cual cada uno de los soldadores u operadores de soldadura han soldado en cada proceso para el cual están calificados.

El Jefe de Control de Calidad determina de la Bitácora cuando la calificación de un soldador expira, para asegurar que mantiene su calificación de performance de producción de soldadura se le tomará una prueba de re-calificación.

Todos los soldadores calificados deberán contar con una identificación Visible (Foto Check) en la cual deberá tener la información correspondiente a su calificación.

Imecon S.A., registrará y mantendrá la lista de soldadores y operadores calificados para el proyecto.

#### **3.1.7.4 Soldadura de Producción y Reparaciones**

El Supervisor de Fabricación asigna y supervisa la producción de los soldadores y es responsable de dar las instrucciones correctas a los soldadores en el uso del WPS listado en el plano de fabricación de cada junta, en caso sea necesario el Supervisor de Soldadura aclarara cualquier duda.

Cada soldador identificará cada costura de soldadura o soldadura reparada que realice con Lapicero metálico su código asignado, además se elaborará un mapa de soldadura el cual quedará en el registro de Inspección visual de soldadura.

Cada junta será examinada visualmente por el Inspector de Control de Calidad durante la presentación y ensamble de las partes.

Puntos soldados (tackweld) serán hechos por soldadores calificados usando WPS calificados designados para cada junta. Si son dejados en su sitio los extremos de

cada punto soldado serán esmerilados para asegurar completa fusión a la soldadura final.

De haber reparaciones producto de las inspecciones visuales o de los ensayos no destructivos estas se realizarán usando un WPS calificado de reparación de acuerdo a lo requerido por el cliente.

Luego de realizar el soldeo de las juntas a tope longitudinales, a tope circunferenciales y juntas de filete se deberá realizar el **post heating** en un rango de temperatura 150 – 200°C durante 2 horas.

#### **3.1.7.5 Material de Soldadura**

Todo material de soldadura es comprado y recibido como se describe en la Sección 3 de este Manual.

Material de soldadura es guardado en un espacio seco y manejado como se establece en el procedimiento del Almacenamiento y Manipuleo del Material de Soldadura el cual debe estar basado en las especificaciones aplicables y en las recomendaciones del fabricante.

Electrodos recubiertos son entregados a los soldadores únicamente en cantidad suficiente para completar el soldado o por un período de ocho horas, cual sea el menor, y ellos la deberán mantener a la temperatura recomendada en hornos portátiles, de ninguna manera se debe dejar los electrodos expuestos a la intemperie.

Electrodos recubiertos no consumidos deberán ser retornados para su almacenado luego de haber sido tratados de acuerdo a las recomendaciones del Fabricante (se debe verificar la necesidad de secado antes de su almacenaje), deberá ser examinada

a su condición, limpieza e identificación. Electrodo dañado o no identificado y aquellos que ya han sido secados una vez son desechados.

### **3.1.7.6 Registros**

Todos los registros mencionados en esta sección están sujetos a revisión por el Jefe de Control de Calidad. Estos registros están a disposición del cliente

WPS (anexo 09), PQR (anexo 01), WPQR (anexo 10), Lista de soldadores calificados (anexo 08).

### **3.1.8 Preparación de Superficie y Pintura**

#### **3.1.8.1 Generalidades**

Antes del inicio de los Trabajos de granallado y pintura se preparara tres cupones sobre los cuales se aplicará el sistema de pintado aprobado por el cliente. Posteriormente después del tiempo de curado se realizará las pruebas de adherencia con un equipo hidráulico de acuerdo a la norma ASTM D-4541 (valor mínimo 5Mpa).

La preparación de superficies y pintado se realizara siguiendo las especificaciones técnicas del proyecto, las hojas técnicas del fabricante de pinturas y este manual.

Se dejará para aplicar en campo únicamente la capa final de pintura correspondiente a la parte interna y las capas intermedias y final de la franja de 200mm en los extremos de los tubos.

Durante su almacenaje las pinturas se protegerán a fin de que no sean perjudicadas por condiciones extremas de temperatura, que podrían alterar su composición.

### 3.1.8.2 Preparación de la Superficie

Para la preparación de superficies de todas las violas y accesorios se usara granalla.

La limpieza de abrasivos metálicos ferrosos reciclados se realizará de acuerdo a la norma SSPC-AB2.

Para cada esquema de protección la limpieza y preparación de superficie será la siguiente:

TIPO DE SUPERFICIE	PREPARACION DE LA SUPERFICIE
En contacto con el concreto	Granallado comercial normalizado (SSPC-SP6)
Maquinadas	Limpieza con solvente (SSPC-SP1)
Franja de 200 a 300mm en la zona de las juntas a ser soldadas en obra	Granallado metal casi blanco (SSPC-SP10)
Expuestas al ambiente	Granallado metal casi blanco (SSPC-SP10)
Sumergidas en agua o expuestas alternadamente al agua y al ambiente	Granallado metal casi blanco (SSPC-SP10) Las soldaduras deberán pulirse suavemente

### 3.1.8.3 Aplicación de Pintura

La aplicación de las pinturas se efectuará siguiendo las recomendaciones del fabricante de la pintura, al igual que los productos complementarios tales como diluyentes, solventes, etc.

## Esquemas de Pinturas

<b>TIPO DE SUPERFICIE</b>	<b>TIPO DE PINTURA</b>	<b>CAPAS DE PINTURA EN FABRICA</b>	<b>ESPESOR TOTAL MINIMO DE PELICULA SECA</b>
En contacto con el concreto	Lechada de cemento	Una capa	No medible
Maquinadas	Antioxidante	Una capa que pueda retirarse con solvente	No medible
Franja de 200 a 300mm en la zona de las juntas a ser soldadas en obra	Antioxidante	Una capa que pueda retirarse con solvente	No medible
Sumergidas en agua o expuestas alternadamente al agua y al ambiente	Epoxica con imprimante rico en zinc	Una capa de imprimante rico en zinc, Una capa intermedia de pintura epoxica a base de alquitral de Hulla "Coal Tar", Una capa de acabado de pintura epoxica a base de alquitral de Hulla "Coal Tar".	12mils (+/-) 1 mils

No se pintará al exterior con condiciones climáticas adversas, tales como lluvia, lloviznas, heladas, vientos excesivos, temperaturas elevadas, etc. La temperatura de superficie debe estar como mínimo 3°C sobre el punto de rocío y la humedad relativa debe estar por debajo de lo especificado en la hoja técnica de la pintura. Se deberá pintar sobre superficies completamente secas y libres de polvo.

Para la medición de las condiciones ambientales se dispondrá de los equipos necesarios para el control (psicrómetro, un termómetro de superficie, etc.)

Entre dos manos sucesivas de pintura sobre una misma superficie mediana el tiempo mínimo y máximo recomendado por el fabricante.

Con respecto a la duración de la pintura preparada se seguirán las recomendaciones del fabricante.

Posterior a la aplicación de pintura se verificará los espesores de película seca de todas las capas aplicadas conforme a la norma SSPC-PA2, cabe indicar que se hará uso de instrumentos de medición calibrados y procedimientos aprobados por este fin.

Las pruebas de adherencia se realizarán antes del inicio de los Trabajos de granallado y pintura en tres cupones, si el cliente solicita realizar a los tubos terminados deberá considerar el tiempo de curado.

Para asegurar y garantizar la calidad del sistema de pintado aplicado, se realizará la evaluación de discontinuidades de película seca de acuerdo a la norma ASTM G-62.

#### **3.1.8.4 Registros**

Una vez concluidos los trabajos se completará El registro de preparación superficial y Pintura(ver anexo 08).

### **3.1.9 Examinación e inspección**

#### **3.1.9.1 Generalidades**

Los materiales serán inspeccionados de acuerdo a la sección 3.2.4 de este manual.

Fabricación en planta de las tuberías son controladas mediante planos preparados por el Ingeniero de Diseño y los planos de fabricación o ensamble.

El Inspector de Control de Calidad es responsable por realización y documentación de las inspecciones y pruebas requeridas (inspección visual, líquidos penetrantes, Gammagrafías, Partículas Magnéticas).

No Conformidades detectadas en la inspección deberán ser controladas como se indica en la sección 3.1.11.

El Jefe QA/QC deberá preparar y mantener todos los procedimientos requeridos para inspección y pruebas.

### **3.1.9.2 Inspecciones**

Los instrumentos utilizados para realizar mediciones deberán estar debidamente identificados y verificados.

La inspección visual de soldadura se realizará durante la presentación, el proceso de ejecución y finalización teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Preparación de los biseles de los elementos a soldar.
- Presentación y alineamiento de los componentes de la junta.
- Temperatura mínima de Pre calentamiento.
- Temperatura máxima de internases.
- Posición de soldadura, electrodo y otras variables indicadas en el procedimiento de soldadura aplicado.

- Condición del pase de raíz después de su limpieza.
- Eliminación de la escoria entre pasadas.
- Control de la sobremona exterior y finalización.

Una vez que la fabricación en planta está terminada, el Inspector QA/QC realizará la inspección final, verificando que las tuberías estén de acuerdo con todos los requerimientos aplicables, luego firmará y fechará el Formato “Registro de Inspección “AS BUILT”.

Los ensayos NDT aprobados se realizarán cuando menos 48 horas después de terminado el ciclo de postheating.

#### **3.1.9.3 Certificación Final**

Después de completar las pruebas finales e inspecciones los documentos de soporte serán entregados al Jefe de QA/QC para ser revisados y archivados.

#### **3.1.9.4 Registros**

Formato Registro de Inspección de ensayos no destructivos (ver anexo 8)

#### **3.1.10 Ensayos No Destructivos**

##### **3.1.10.1 General**

Todos los END deberán realizarse según el procedimiento específico END aplicable, estos deberán estar de acuerdo con el Código ASME Sección VIII.

Los END aprobados se realizarán cuando menos 48 horas después de terminado el ciclo de post heating.



El Nivel II puede ser sub-contratado, el Nivel II es nombrado por IMECON S.A. después de la revisión del Jefe de Control de Calidad que su calificación ha alcanzado el estándar SNT-TC –1A última edición.

El Ingeniero de Diseño es responsable de incluir en los planos los requerimientos END.

#### **3.1.10.2 Procedimiento End**

Todos los procedimientos END son escritos y calificados antes de usarse en producción.

Todos los procedimientos END deberán ser aprobados por el Jefe de Control de Calidad y aceptados por el cliente.

Todos los procedimientos END serán suministrados a los examinadores que realizan esta tarea.

#### **3.1.10.3 Personal End**

Todo el personal END está calificado de acuerdo a los requerimientos ASNT-TC –1A última edición.

El programa de trabajo END deberá ser coordinado por el Inspector de Control de Calidad con el Examinador de Nivel II.

Registros del personal END calificado se quedarán con el Jefe de Control de Calidad.

Cambios sustanciales en procedimientos y/o equipos requieren re-calificación del personal END como lo determina el Jefe de Control de Calidad o el A.I Re-calificación de procedimientos y/o examinadores deberá ser efectuado si existiese alguna duda en los resultados obtenidos

El Inspector y el personal END son responsables de hacer la inspección visual de las soldaduras y materiales antes de cualquier examen END para detectar y remover irregularidades en la superficie o defectos que puedan afectar la evaluación END.

#### **3.1.10.4 Reportes y Registros**

Los Reportes END son emitidos por el Nivel II quien realiza el examen, seguido de la prueba. La aprobación de procedimientos o reportes deberán ser mostrados firmando, fechando e indicando el Nivel END de calificación. Un juego completo de registros deberá ser evaluado por el Jefe de QA/QC de IMECON S.A. antes de ser presentado al cliente.

Resultados de todos los END incluyendo film e interpretación de reportes de radiografías, deberán estar al alcance del cliente para revisión y aceptación.

Todos los registros END y placas radiográficas serán archivados por el Jefe de Control de Calidad.

Toda la documentación END incluyendo registros certificados del personal END deberán ser archivados por el Jefe de Control de Calidad IMECON y deberán estar al alcance del cliente para revisión y aceptación.

### **3.1.11 Control de Productos no Conformes**

#### **3.1.11.1 Identificación de no Conformidad**

Una no conformidad es cualquier condición que no cumple los requerimientos aplicables del cliente, incluyendo todos los del presente manual.

Tan pronto una no conformidad es reportada, el Inspector de Control de Calidad inspeccionará el ítem, y si es comprobada su no conformidad, la identifica marcándola o etiquetándola con “**RETENER**” o “**RECHAZADO**” cuando sea

aplicable. Emitirá un Reporte de Producto No Conforme, el cual deberá estar enumerado. Si es práctico, el ítem no conforme se mueve a un área separada.

El reporte de Producto No Conforme deberá contener disposiciones sugeridas para la corrección de la condición, deberá ser firmada y fechada por el Inspector de Control de Calidad y enviada al Jefe de Control de Calidad para su revisión y aprobación.

El jefe de Control de Calidad entregará una copia de la No Conformidad al Ingeniero de Producción para el levantamiento respectivo.

El ingeniero de Producción deberá entregar una copia formal de la No Conformidad al Supervisor del Cliente.

Cuando el Código de construcción ASME Sección VIII es aplicable, defectos en los materiales y reparaciones en las soldaduras defectuosas pueden ser reparadas de acuerdo al procedimiento de reparación calificado y aprobado. La aceptación del cliente es primeramente obtenida por los métodos y extensión de las reparaciones. Material defectuoso, que no podrá ser reparado satisfactoriamente, deberá ser rechazado.

### **3.1.11.2 Corrección de no Conformidad**

La disposición de no conformidad puede ser clasificada como sigue:

USESE-COMO-ESTA.- El Jefe de Control de Calidad consulta con el Ingeniero de Diseño. Cualquier revisión necesaria a los planos, cálculos y documentación a conseguirse será efectuada como se describe en este manual, incluyendo entrega al cliente para su revisión y aceptación. Cualquier aceptación del Ingeniero de Diseño deberá ser endosada con su firma y fechada y el ítem en cuestión se marca o etiqueta como "ACEPTADO".

REPARACIÓN/REHACER. –Todas las disposiciones pueden ser llevadas a cabo usando los procedimientos estándares aprobados de la compañía por el Jefe de Control de Calidad y aceptados por el cliente Para reparaciones por soldadura, la disposición propuesta es sometida al cliente para la aceptación del método y extensión de la reparación, y para su designación de puntos de inspección requeridos.

DESECHOS/DEVOLUCIÓN AL VENDEDOR. – Esta disposición requiere que el Inspector de Control de Calidad verifique y documente el Reporte de Producto No Conforme que el item ha sido removido del área de trabajo y claramente marcado o etiquetado con “**RECHAZADO**” para prevenir el uso inadvertido antes de desecharlo.

El Jefe de Control de Calidad indica quien es el responsable por la acción correctiva en el Reporte de Producto No Conforme, quien deberá firmar y fechar este formato cuando el Reporte de Producto No Conforme es recibido y cuando la acción correctiva ha sido tomada con la aprobación del cliente. El Reporte de Producto No Conforme es devuelto al Jefe de Control de Calidad. El retorno de este reporte deberá ser considerado como un requerimiento de Inspección.

### **3.1.11.3 Corrección de la Verificación**

El Inspector de Control de Calidad realizará las inspecciones aplicables de acuerdo al Reporte de Producto No Conforme. Cuando el Inspector esté satisfecho que el item reúne todos los requerimientos, incluyendo la aceptación de operación con el cliente designados como puntos de inspección, firmará el Reporte de Producto

No Conforme, reemplazara la marca o etiqueta de “retener” por la de “aceptado” y permitirá que el ítem regrese a la siguiente etapa de operación.

#### **3.1.11.4 Registros**

Todos los registros de no conformidad estarán al alcance del cliente para su revisión.

Reportes Completos de Producto No Conforme serán devueltos al Jefe de Control de Calidad para su aprobación y archivos.

Reporte de Producto No Conforme (ver anexo 11)

#### **3.1.11.5 Acciones para la mejora**

El responsable directo, ya sea el encargado del proceso, control de calidad, gestión de calidad, el gerente de área o el gerente general, determinan el tratamiento que se le dará al producto no conforme.

El encargado del proceso, control de calidad y gestión de calidad verifican el cumplimiento de las acciones para el levantamiento del producto no conforme, si las acciones han sido adecuadas y el producto cumple con las especificaciones de calidad, el proceso continúa.

Si la no conformidad nos lleva a la conclusión de que requerimos acciones correctivas o preventivas para evitar posteriores no conformidades, las registramos y dejamos el precedente, la decisión de requerir estas acciones está supeditada a la frecuencia de las no conformidades o al impacto que esta no conformidad puede generar en el sistema de gestión de calidad.

Posteriormente el responsable de control de calidad envía una copia del formato de producto no conforme al área de gestión de calidad.

El responsable de gestión de calidad procede a procesar las estadísticas de productos no conformes en el sistema de gestión de calidad y comunicará a Gerencia General y al resto de las áreas sobre los resultados de la no conformidad.

### **3.1.12 Recepción y Despacho de Productos Terminados por Almacén**

#### **3.1.12.1 Recepción de Productos Terminados**

Almacén recibirá de manos de producción la Tarjeta de “Entrega Producción – Almacén” la cual indica número de orden de fabricación, marca o identificación y cantidad.

Esta tarjeta esta visada por un representante de producción, el inspector de control de calidad y del almacén quienes reciben y verifican que el producto terminado tenga las protecciones, marcas y etiqueta de aceptación de QA/QC.

La recepción de las órdenes terminadas se realizará en el área designada para dicho fin. Luego de la verificación se procederá al ingreso de información de las órdenes terminadas al sistema, lo que permitirá la generación del Reporte de Ordenes listas para el despacho, la cual será firmada por el representante del cliente en señal de conformidad.

El almacenamiento debe efectuarse de tal forma que no dañe al producto almacenado. Se debe evitar el contacto metal con metal o metal con otra superficie que puede dañar la pintura aplicada.

### **3.1.12.2 Despacho de Productos Terminados**

El despacho a obra se realizará según la programación que se coordine oportunamente con el cliente. Emitiendo para ello la correspondiente lista de empaque y/o guía de remisión en la cual se consignará la orden de fabricación, marca o identificación del producto terminado (número de identificación del cliente), cantidad, fecha de salida, transportista, placas del vehículo y nombre del chofer.

Es responsabilidad de IMECON la estiba de la mercadería sobre la plataforma del transporte incluyendo las protecciones necesarias para un apropiado embalaje y/o estiba, contemplando protectores de bisel, roscas, bridas, etc. que se requieran. El amarre de la carga y el cuidado de la misma durante el viaje hasta la entrega en los almacenes de CELEPSA en Chilca.

Para el control de las órdenes despachadas a obra (entregadas al cliente) se emitirá semanalmente el Reporte de Ordenes Despachadas, el cual indicará el número de lista de empaque, número de guía, la orden de fabricación, marca o identificación, cantidad y fecha de salida. Es responsabilidad del almacén emitir y distribuir cada vez que se reciban materiales los siguientes reportes:

#### ***No Conformidad y Recepción de Almacén.***

Además semanalmente se entregaran los reportes de Inventarios Físicos, Ordenes Listas para Despacho y Ordenes Despachadas.

### **3.1.12.3 Preparación para el Traslado y Almacenamiento**

Concluida la pintura final de los tubos, se procederá al marcado de identificación final con pintura y la colocación de tapas, para luego hacer la entrega

final a almacén para su despacho. Ningún tubo será trasladado a la zona de almacenaje si las reparaciones y su reinspección no han sido previamente realizadas.

El interior de cada elemento fabricado será limpiado de todo material suelto tal como arena, escoria, resto de electrodos u otros elementos extraños.

Se evitará el ingreso de elementos extraños, daños por golpes mediante una protección adecuada.

#### **3.1.12.4 Dossier de Calidad**

Para cada tubo que sea despachado se enviara una copia del dossier de calidad para que este sea entregado en obra.

#### **3.1.13 Listado de Formatos**

- SELLO “RELEASED FOR FABRICATION”
- Reporte de Recepción de Almacén
- Lista de Empaque
- Reporte de Inventario Físico
- Reporte de Ordenes Listas para despacho
- Guía de Remisión
- Reporte de Ordenes Despachadas
- “AS BUILT” Registro de Inspección
- Reporte de Producto No Conforme
- WPS
- PQR
- WPQ



Registro de protección superficial y pintado.

Estándar de Pintura y Marcas

### 3.2 PLAN DE PUNTOS DE INSPECCION

N°	ETAPA A INSPECCIONAR		CARACTERÍSTICAS A INSPECCIONAR	MÉTODO DE INSPECCIÓN	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	
01	DOCUMENTOS Y PLANOS	REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN CONTRACTUAL.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcance contractual.</li> <li>• Normas aplicables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrato u orden de compra.</li> <li>• Especificación Técnica del Cliente.</li> <li>• Planos.</li> </ul>	
		REVISIÓN DE PLANOS DE INGENIERÍA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planos de Fabricación.</li> <li>• Dimensiones básicas y complementarias.</li> <li>• Arreglos generales</li> <li>• Actualización de cambios.</li> <li>• Verificación de emisión para construcción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificación Técnica.</li> <li>• Planos de Fabricación.</li> <li>• Normas de referencia.</li> <li>• Documentación y/o transmittals del cliente.</li> </ul>	
		CONTROL DE DOCUMENTOS EMITIDOS POR EL CLIENTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fecha de emisión</li> <li>• Revisión de documento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de gestión de calidad IMECON</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• F</li> <li>• F</li> </ul>
		CONTROL DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE MEDICIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Certificados de Calibración.</li> <li>• Instructivo de Calibración.</li> <li>• Fecha de Calibración.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual.</li> <li>• Documental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PR-QAQC-001</li> <li>• PR-QAQC-002</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• F</li> <li>• C</li> <li>• C</li> </ul>

02	ADQUISICIONES DE MATERIAL Y/O ELEMENTOS FABRICADOS	MATERIALES TRAZABILIDAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento de especificaciones técnicas del Cliente.</li> <li>• Documentación de respaldo del suministro.</li> <li>• Estado de conservación.</li> <li>• Cantidad.</li> <li>• Dimensiones, etc.</li> <li>• Estado del suministro.</li> <li>• Trazabilidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual.</li> <li>• Instrumental.</li> <li>• Documental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificación Técnica del Cliente.</li> <li>• Órdenes de compra y servicios.</li> <li>• Guías de remisión.</li> <li>• Certificados de calidad.</li> <li>• Estándar ASTM A6</li> <li>• PR-QAQC-M05</li> <li>• PR-QAQC-M06</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FR-QAQC-M08</li> <li>• FR-QAQC-M09</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
		ELEMENTOS FABRICADOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento de especificaciones técnicas del Cliente.</li> <li>• Documentación de respaldo del suministro.</li> <li>• Estado de conservación.</li> <li>• Cantidad.</li> <li>• Dimensiones, etc.</li> <li>• Estado del suministro.</li> <li>• Trazabilidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual.</li> <li>• Instrumental.</li> <li>• Documental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones Técnica del Cliente.</li> <li>• Ordenes de compra y servicios.</li> <li>• Guías de remisión.</li> <li>• Certificados de calidad.</li> <li>• Planos.</li> <li>• PR-QAQC-M06</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FR-QAQC-M10</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
03	ACTIVIDADES PREVIAS A SOLDADURA	SELECCIÓN DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calificación del procedimiento de soldadura (PQR)-Según ASME IX.</li> <li>• Especificación de los procedimientos de soldadura (WPS)-Según ASME IX.</li> <li>• Calificación de soldadores (WPQ)-Según ASME IX.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual.</li> <li>• Instrumental.</li> <li>• Documental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones Técnicas del Cliente.</li> <li>• ASME SECCION IX</li> <li>• PR-QAQC-M02</li> <li>• PR-QAQC-M03</li> <li>• IT-QAQC-M03</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FR-QAQC-M03-1</li> <li>• FR-QAQC-M04-1</li> <li>• FR-QAQC-M05</li> <li>• FR-QAQC-M06-1</li> <li>• FR-QAQC-M07</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

04	FABRICACIÓN DE VIROLAS Y TUBOS	HABILITADO DE MATERIALES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones técnicas.</li> <li>• Corte y cuadrado de planchas.</li> <li>• Rolado</li> <li>• Codificación de elementos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual.</li> <li>• Instrumental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planos entregados por el cliente</li> <li>• Especificaciones Técnicas del cliente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FR-QAQC-M09</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/>		
		CONTROL DIMENSIONAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parámetros Principales.</li> <li>• Conformidad de revisión.</li> <li>• Especificaciones técnicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual.</li> <li>• Documental.</li> <li>• Instrumental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones Técnicas del cliente</li> <li>• Planos entregados por el cliente.</li> <li>• PR-QAQC-M07</li> <li>• IT-QAQC-M05</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FR-QAQC-M10</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/>		
		SOLDADURA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soldadura de virolas y tubos y accesorios.</li> <li>• Soldadura conforme a WPS.</li> <li>• Estampa de soldadores.</li> <li>• Procesos de Soldadura SAW, GMAW, FCAW, SMAW.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual.</li> <li>• Documental.</li> <li>• Instrumental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones Técnicas del cliente.</li> <li>• Planos</li> <li>• PR-QAQC-M07.</li> <li>• IT-QAQC-M06</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FR-QAQC-M11</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
		ENSAYOS NDT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección Visual (VT)</li> <li>• Partículas Magnéticas (MT),</li> <li>• Radiografía (RT),</li> <li>• Ultrasonido (UT),</li> <li>• Según ASME SECCION VIII.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual.</li> <li>• Instrumental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones Técnicas del Cliente.</li> <li>• IT-QAQC-M07</li> <li>• IT-QAQC-M10</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FR-QAQC-M17</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

05	PREPARACIÓN SUPERFICIAL	GRANALLADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad del aire.</li> <li>• Condiciones ambientales.</li> <li>• Calidad de granalla según especificación.</li> <li>• Grado de preparación de superficie: Interior SSPC-SP10. Exterior SSPC-SP6.</li> <li>• Rugosidad 1.5 – 2.5 mils.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual.</li> <li>• Instrumental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones Técnicas del Cliente.</li> <li>• Standard VIS 1 – 89</li> <li>• Standard SSPC-PA2</li> <li>• Standard SSPC-SP5</li> <li>• PR-QAQC-M07</li> <li>• IT-QAQC-M08</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FR-QAQC-M13</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
06	PINTADO	PINTADO DE PIEZAS Y ELEMENTOS INTERIOR Y EXTERIOR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba de Adherencia del sistema de Pintura interior.</li> <li>• Condiciones ambientales.</li> <li>• Cumplimiento del Procedimiento de aplicación de pintura.</li> <li>• Espesores de película húmeda y seca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual.</li> <li>• Instrumental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones Técnicas del Cliente.</li> <li>• Hoja técnica de la pintura.</li> <li>• IT-QAQC-M08</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FR-QAQC-M13</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
07	DOCUMENTOS	DOSSIER DE CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Certificado de materiales.</li> <li>• Reportes END.</li> <li>• Registros de calidad.</li> <li>• Cumplimiento de planes de puntos de inspección.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones Técnicas del Cliente.</li> <li>• PR-QAQC-M08</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FR-QAQC-M16</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/>		
08	DESPACHO	ENTREGA FINAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de marcas de identificación, sentido de flujo,</li> <li>• Guías de Remisión</li> <li>• Acondicionamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Documental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones Técnicas del Cliente.</li> <li>• PR-QAQC-M08</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FR-QAQC-M16</li> <li>• ACTA DE ENTREGA DE DOSSIER DE CALIDAD</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

## **CAPITULO 4**

### **ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD ANTES DE LA FABRICACION**

#### **4.1 ACTIVIDADES PREVIAS DE TALLER**

Identificación de soldadores que participan en el proyecto

Identificación de los biseles que se van a realizar durante el proyecto.

Prueba de rolado de las planchas, porque se realiza el pestañeado a las planchas con la rola.

#### **4.2 AUDITORIA A LA EMPRESA QUE REALIZA LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN EL PROYECTO.**

Para asegurar que la empresa que realiza los ensayos no destructivos durante la fabricación va a brindar la confianza de los resultados, esta debe cumplir con ciertos requisitos como son:

Contar con el personal calificado y certificado en las técnicas a realizar los ensayos no destructivos de acuerdo al ASNT-TC-1A.

Contar con procedimientos de Ensayos que brinden la confianza de que van a realizar un trabajo con un alto estándar de calidad por la importancia del proyecto.

Contar con equipos que tengan vigente la calibración de este.

Contar con la experiencia para realizar estos trabajos.

Estar constituida como Empresa con Gente capaz de dar soporte a IMECON SA.

#### **4.3 CALIFICACION DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (PQR Y WPS).**

Con el objetivo de lograr un alto grado de calidad en la fabricación de **La Tubería Forzada** y cumplir con los plazos comprometidos se ha seleccionado procesos de soldadura idóneos a las uniones soldadas, los procesos de soldadura seleccionados son SAW, GMAW y SMAW. IMECON S.A, cuenta con un procedimiento de **calificación de procedimiento de soldadura** la cual se muestra en el ANEXO 12.

##### **Proceso SAW.**

Este proceso de soldadura ha sido seleccionado porque brinda una alta deposición de material de aporte en las juntas de soldadura longitudinal y circunferencial de los tubos, por el espesor de las juntas a soldar este proceso de soldeo es el mas idóneo(espesor de plancha de los tubos es de 16.0mm hasta 35.0mm).

##### **Proceso GMAW.**

En zonas donde no se puede soldar con proceso SAW. Se encuentra como primera alternativa del SAW también se uso para el soldeo del Backing de la tubería.

##### **Proceso SMAW.**

Con este proceso de soldadura se realizó el soldeo de las orejas de izaje de la tubería Forzada porque este proceso se adapta a posiciones de difícil acceso.

Para asegurar la calidad de la fabricación IMECON S.A, cuenta con un procedimiento de calificación de procedimiento de soldadura la cual se muestra en el ANEXO 12.

### Lista de Procedimientos de soldadura

La lista de procedimientos es un registro de control de los procedimientos de soldadura que se han usado en el proyecto para facilitar el seguimiento de estos documentos, los cuales son aprobados por Control de calidad IMECON SA. y la supervisión del cliente de acuerdo al Plan de calidad y PPI.

IMECON		PROYECTO HIDROELECTRICO EL PLATANAL O.C. DEL CLIENTE N°: PC-008736							FR-QAQC-M05	
		LISTA DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA							HOJA : 1 de 1	EMISION : 000000
									REVISION : 2	
PROYECTO					ÁREA		SECTOR		FECHA	REGISTRO
FABRICACION DE TUBERIAS FORZADAS - PROYECTO EL PLATANAL					TALLER - PRINCIPAL		LIMA		16/06/2008	127 - 001
ITEM	WPS N°	TIPO DE JUNTA	PQR N°	MATERIAL BASE	ESPESOR (mm)	PROCESO	POSICION	NORMA/CODIGO	CALIFICADO POR:	
1	IMECON/WPS-49	A Tope , bisel en X	IMECON/PQR-63	SUMITEN 780Z	16 a 80	SAW	PLANA	ASME IX	CWI Abelardo Alonso Aguirre	
2	IMECON/WPS-50	A Tope , bisel en X	IMECON/PQR-45	SUMITEN 780S	16 a 80	SAW	PLANA	ASME IX	CWI Jorge Versal Toranzo	
3	IMECON/WPS-61	A Tope , bisel en X	IMECON/PQR-46	SUMITEN 780S	16 a 80	SMAW	TODAS/ APUNT.	ASME IX	CWI Juan A. Guardia Galegos	
4	IMECON/WPS-62	REPARACION	IMECON/PQR-45	SUMITEN 780S	16 a 80	SAW	PLANA	ASME IX	CWI Felipe A. Yañez	
5	IMECON/WPS-64	A Tope , bisel en X	IMECON/PQR-50	SUMITEN 780S	16 a 35	GMAW	PLANA	ASME IX	CWI Darfer De la Cruz	
6	IMECON/WPS-66	A Tope , bisel en X	IMECON/PQR-43	SUMITEN 780S	17 a 80	GMAW+SAW	VERTICAL / PLANA	ASME IX	CWI Darfer De la Cruz	
7	IMECON/WPS-67	Junta en T	IMECON/PQR-42	SUMITEN 780S	TODOS	SAW	PLANA	ASME IX	CWI Felipe A. Yañez	
8	IMECON/WPS-87	A Tope , bisel en X	IMECON/PQR-64	SUMITEN 780S	16 - 70	GMAW	PLANA	ASME IX	CWI Darfer De la Cruz	
9	IMECON/WPS-55	REPARACION	IMECON/PQR-46	SUMITEN 780S	16 a 80	SAW+SMAW	PLANA	ASME IX	---	
10	IMECON/WPS-68	REPARACION	IMECON/PQR-45	SUMITEN 780S	16 a 80	SAW	PLANA	ASME IX	---	
									CODIGOS/ ESTANDARES/ ESPECIFICACIONES DE REF.-ASME	
Vº Bº QC - IMECON S.A.			Vº Bº J. PRODUCCION - IMECON S.A.			Vº Bº SUPERVISION				

Figura 4.1 Formato de lista de procedimientos de soldadura.



#### **4.3.1 Requerimientos Generales para la Calificación de un Procedimiento de Soldadura.**

La prueba de calificación del procedimiento de soldadura debe reunir los requerimientos del artículo II del código Asme Sección IX 2006.

#### **4.3.2 Tipos de Prueba y Propósito**

Los Ensayos usados en la calificación de procedimientos para este proyecto son los siguientes:

##### **Ensayos de Tracción.**

Los ensayos de tracción son usados para determinar la resistencia a la tracción de las juntas de canal soldadas.

##### **Ensayos de Doblez Guiado.**

Los ensayos de doblez guiado son para determinar el grado de integridad y ductilidad de las juntas a tope soldadas.

##### **Ensayos de Impacto o Charpy.**

Los ensayos de Charpy son para determinar la tenacidad a la Entalla de las uniones soldadas.

##### **Ensayos de dureza.**

Los ensayos de Dureza son para determinar la dureza del material de aporte y la zona afectada por el calor (**ver anexo 06**).

##### **Ensayo de Macrografía.**

Para evaluar la sanidad de la soldadura, medir la garganta efectiva o tamaño de la soldadura y además usada para medir el tamaño y distribución de las capas de metal de soldadura y número de pases (**ver anexo 05**).

#### **Ensayo de Gammagrafia o Ultrasonidos.**

Ensayos No destructivos que sirven para evaluar la sanidad de la soldadura sin necesidad de realizar un Ensayo mecánico destructivo (**ver anexo 07**).

A continuación se detalla en cuadro la cantidad de ensayos destructivos aplicables a la elaboración de procedimientos de soldadura.

**Tabla N° 4.1**

Prueba para plancha	Ensayo de Tracción en la sección Reducida	Ensayo de Doble De lado	Ensayo de Impacto Charpy (CVN)	Ensayo de Macrografia a soldadura a Tope	Ensayo de Dureza
SEGÚN ESPESOR	2	4	3	( nota 1)	5

#### **Nota:**

- 1) Este ensayo se da obligatoriamente previo al ensayo de dureza.

#### **4.3.3 Posiciones de Prueba**

Es importante señalar que existen posiciones de prueba las cuales se usaron con la finalidad de calificar los procedimientos de soldadura y calificar a soldadores, con los procesos seleccionados para el desarrollo del proyecto. También es importante señalar que las calificaciones se realizaron con plancha, debido a que el diámetro de los tubos que se soldaron era mayor a 24pulgadas.

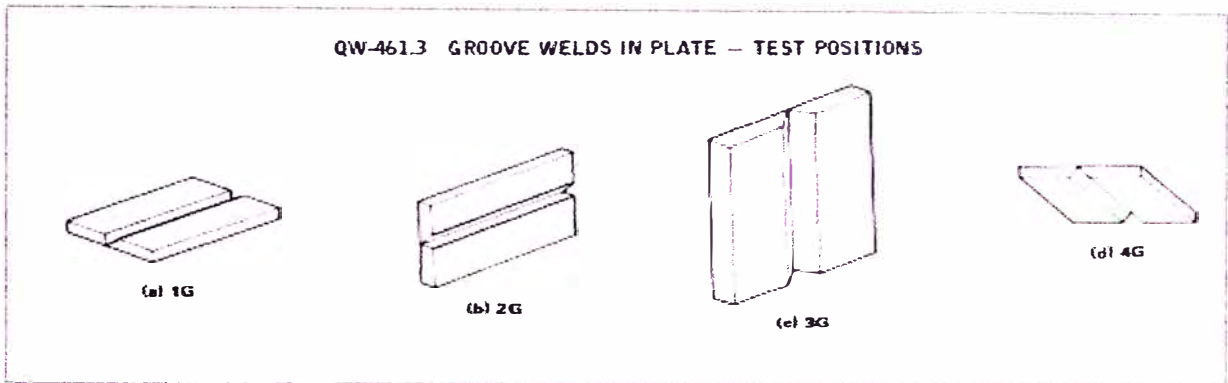


Figura N° 4.2 posiciones de prueba en planchas y Tubos – Juntas a Tope.

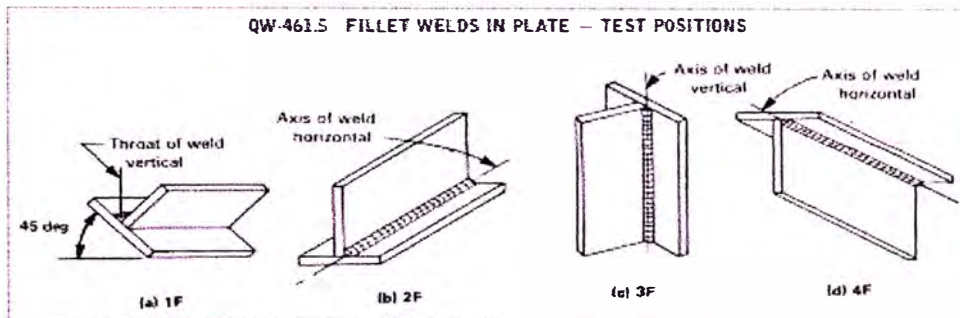


Figura N° 4.3 posiciones de prueba en planchas – Juntas de Filete

Las pruebas de calificación de procedimiento de soldadura deben reunir los requisitos del Artículo II del código Asme Sección IX 2006. Asimismo se deberá realizar las pruebas descritas en la **tabla 4.1**.

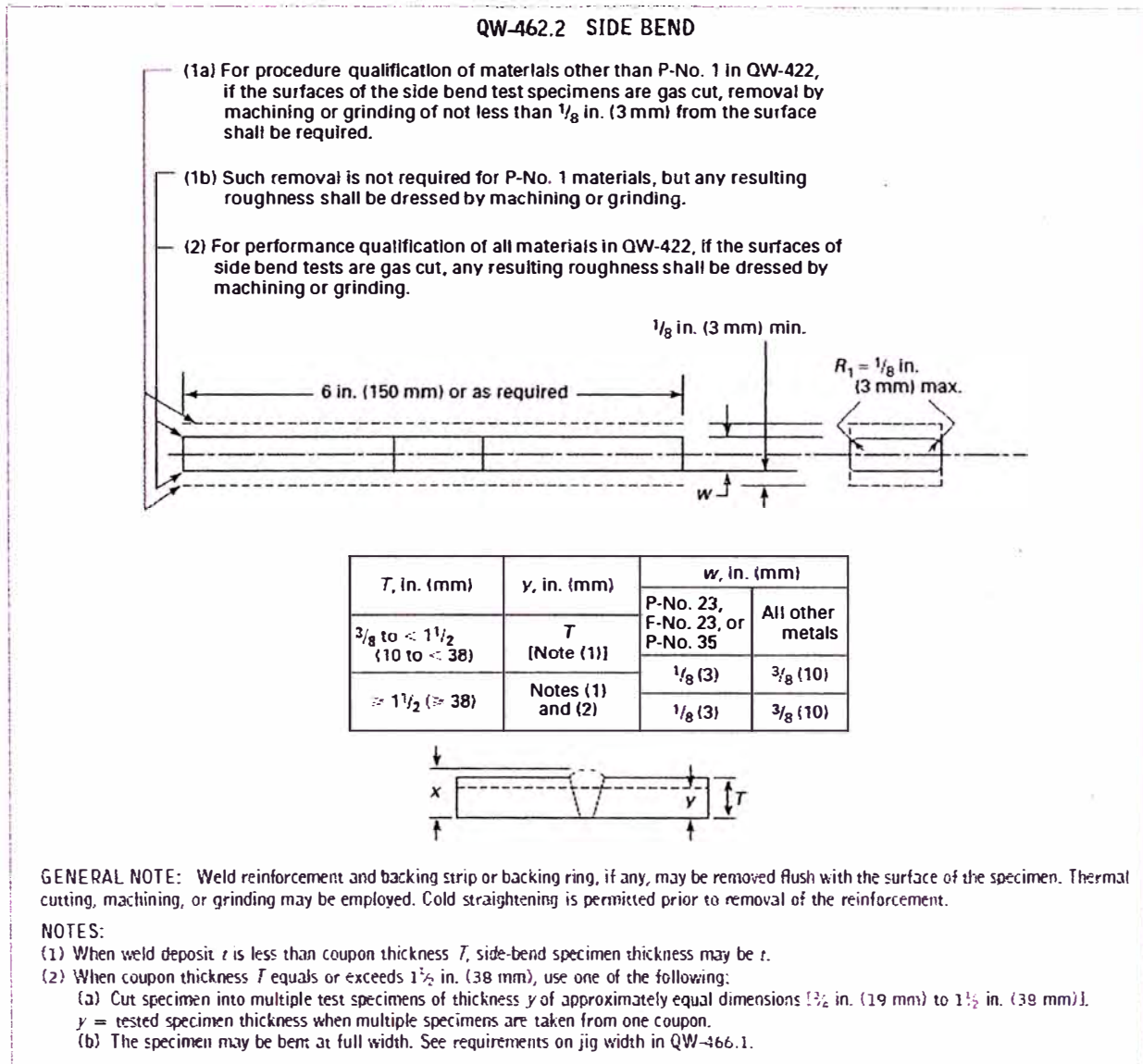
#### 4.3.4 Probeta de Prueba de Calificación de Procedimiento de Soldadura

Para la selección de la probeta a realizar para la elaboración de los procedimientos de soldadura se toma las consideraciones en el QW 463 del código ASME sección IX.



### 4.3.6 Ensayo de Doblez.

En este proyecto debido a que los espesores de las planchas que se utilizaron para fabricar las Virolas variaban de 16.0mm hasta 38mm y además que los soldadores fueron calificados con plancha mayor e igual a 16.0mm se realizaron ensayos de dobles de lado de acuerdo a lo que nos indica en QW 462.2 del Asme Sección IX.



**Figura N° 4.6 Dimensiones de las probetas de Doblez.**

#### 4.3.7 Ensayo Charpy.

Para la prueba Charpy, los valores requeridos por el Cliente son:

**Tabla 4.2**

Temperatura de ensayo	Dirección	Energía absorbida		Especímenes
		Promedio	Individual	
- 20°C	Longitudinal	≥ 61J	≥ 43 J	10mm*10mm

Los procedimientos y equipos para el ensayo se realizaron según la norma SA-370. Adicionalmente, se registro el valor de expansión lateral opuesto a la muesca de los especímenes evaluados, el cual fue siempre mayor que 0.4 mm de acuerdo a los requerimientos de la Figura UHT-6.1M del Asme Boiler & Pressure Vessel Code Sección VIII Division 1.

Se extrajeron los especímenes del metal de soldadura y de la zona afectada por el calor de acuerdo a los requerimientos de ASME Boiler & Pressure Vessel Code Sección VIII Part G. La localización de especímenes fue verificada por una macrografía previa de la zona, que permitió identificar el lugar de extracción.






IMECON SA tuvo como socio estratégico a Soldexa para la calificación de soldadores quienes con la asesoría de un CWI se realizaba la calificación de los soldadores.

Asimismo IMECON S.A. cuenta con un procedimiento de calificación de soldadores la cual ha servido para la selección de soldadores de este proyecto, a continuación se muestra el procedimiento de calificación de soldadores.



	<b>PROCEDIMIENTO DE CALIFICACION DE SOLDADORES</b>	
	PR-QAQC-M04	
	HQJA:	1 de 2
	EMISION:	01-02-2007
	REVISION:	0

### 1.- OBJETIVO

Contar con soldadores calificados de acuerdo a las normas aplicables a los proyectos antes de iniciar las actividades del proceso de soldadura.

### 2.- ALCANCE

Se aplica a todos los trabajos de soldadura.

### 3.- DESARROLLO

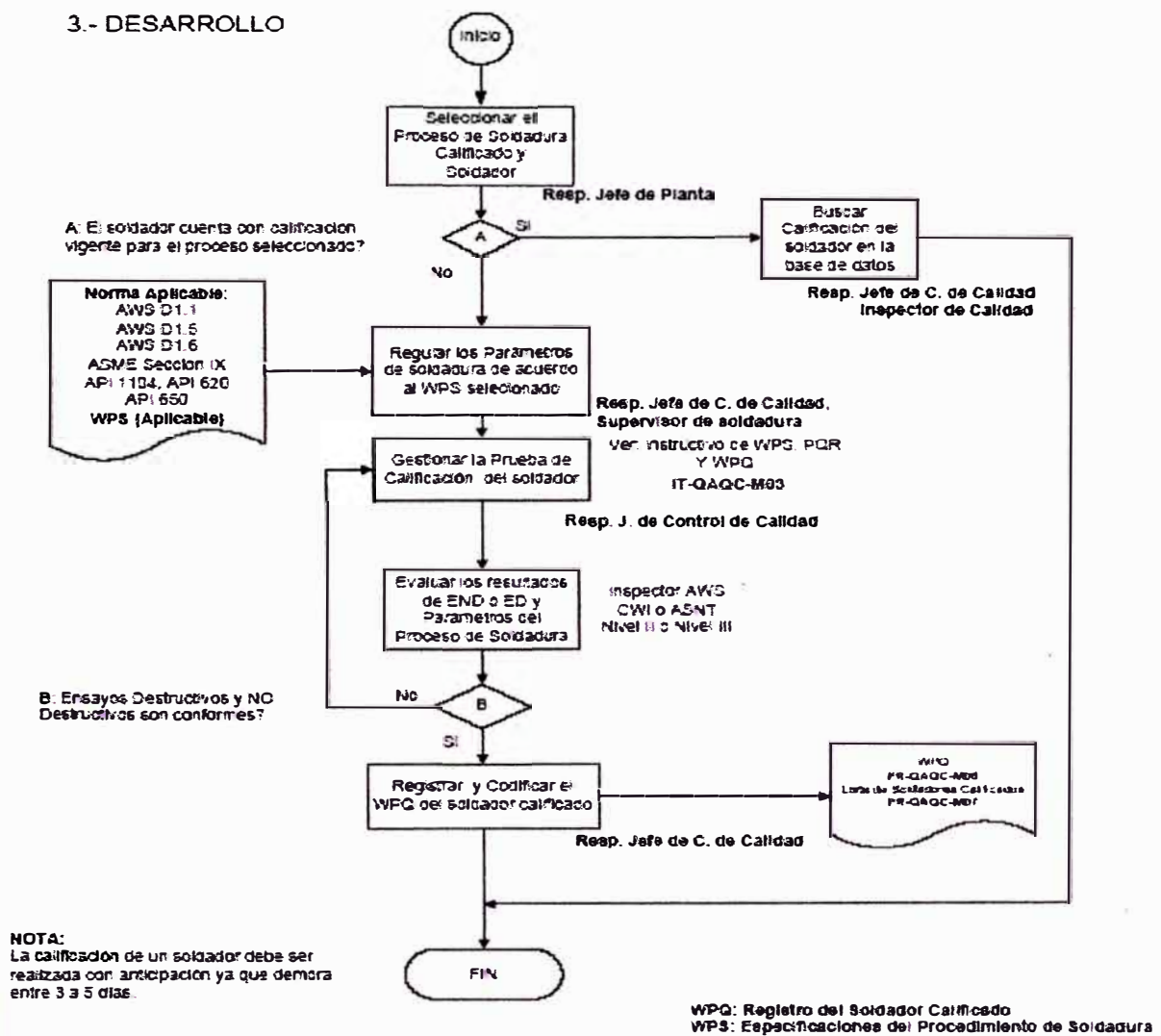


Figura N° 4.8 Procedimiento de calificación de soldadores.



PROYECTO HIDROELECTRICA EL PLATANAL  
O.C. DEL CLIENTE N°.:PC-008736

FR-QAQC-M07

HOJA: 1 de 1

EMISION: 01/02/2007

REV: 1

LISTA DE SOLDADORES CALIFICADOS

OBRA: FABRICACIÓN DE TUBERIAS ø3.2m - PROYECTO EL PLATANAL      REGISTRO N°: 127-001  
AREA: TALLER - PRINCIPAL      SECTOR: LIMA      FECHA: 10/11/07

ITEM	SOLDADOR	ESTAMPA	WPS	POSICION	PROCESO	OBSERVACIONES
1	COVEÑAS CASTRO, JOSE FRANCISCO	S - 259	IMECON/WPS-60	1G	SAW	
2	CHIRA HIZAMA, FRANCISCO	S - 069	IMECON/WPS-60	1G	SAW	
3	PERALTA JAVIER, HÉCTOR RAÚL	S - 263	IMECON/WPS-60	1G	SAW	
4	CHICCHE CERRO, MANUEL	S - 305	IMECON/WPS-61	3G	SMAW	CALIFICADO PARA APUNTALAR
5	GUEVARA ASMAT, CARLOS	S - 149	IMECON/WPS-61	3G	SMAW	CALIFICADO PARA APUNTALAR

IMECON  
CONTROL DE CALIDAD  
Vº Mº  
Fecha: 10/11/07  
Vº Mº CC. IMECON SA

*Manuel*  
Vº Mº J. TALLER - IMECON SA

CODIGOS/ESTANDARES/ESPECIFICACIONES DE REF.:  
ASME SECCION IX

Vº Mº SUPERVISION

Figura N° 4.9 Registro Lista de soldadores calificados.

Lista de Soldadores Calificados

**Registro de Calificación de soldador (WPQR)**


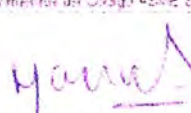


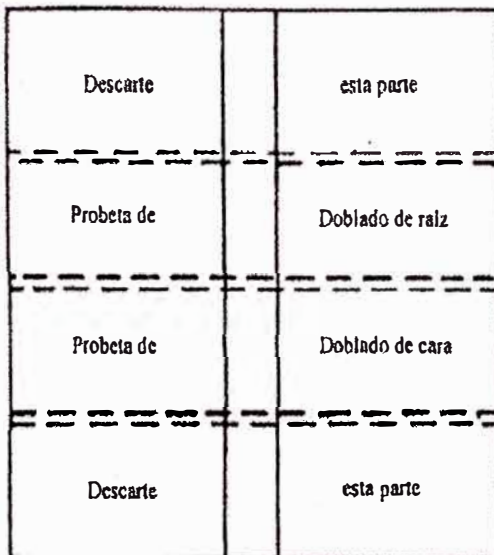
	<b>REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR</b> De acuerdo al código ASME - Sección IX		FOR ITC/M02-05	
	HOGAR: T-10-1	EMISION: 1997-2002	REVISION: 0	FECHA:
<b>REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR (WPQ)</b>				
Nombre del Soldador: <b>Cerveras Castro, José Francisco</b> No. Estampa: <b>S-259</b> WPD No.:    DNI: <b>42242583</b>				
Identificación de WPS seguido por el soldador: <b>IMECON / WPS-49</b> <input checked="" type="checkbox"/> Proceso <input type="checkbox"/> Soldadura Fracturada				
Especificación de metal base: <b>SUMITEN 7805</b> Espesor: <b>40.0 mm</b> Fecha: <b>25-10-2007</b>				
<b>Variables de soldadura ( QW-350 )</b>				
Proceso de Soldadura:	Valor Usado en la Calificación		Rango Calificado	
Materia Base:	SUMITEN 7805		SAW	
Preparación de metal base (soldadura soldadura doble):	Soldado por ambos lados		Soldado por ambos lados	
(x) Plancha ( ) Tubo o (ingreso diámetro) o (subterráneo):	40.0 mm			
Meta Base No. P o S o No. P o S:	SUMITEN 7805		SUMITEN 7805	
Especificación metal aporte (SFA):	E 70			
Clasificación metal aporte:	E 70 B 1 G			
Masa de aporte (kg):	E 70 B 1 G		E 70 B 1 G	
Proceso Consumible (GTAW o PAW):				
Tipo de aporte (GTAW o PAW):				
Espesor depositado (mm) cada pulgada:	4 mm		Desde 1mm hasta 8mm	
Posición calificado:	1G		A tope Plana Frente Plana	
Protección por flujo de soldadura (flujo de soldadura):				
Tipo de gas combustible (OFW):				
Gas Inerte de respaldo (GTAW PAW, SMAW):				
Modo de Transferencia (SMAW):				
Corriente Tipo (Pulsada) (SAW):	CC-1			
Resultado de la inspección Visual: <b>Aceptado</b>				
<b>Resultado de prueba de doblez guiado</b>				
1) Cara y Raíz (CW-462.2)		1) Cara y Raíz Invertida (CW-462.3(a))		1) Cara y Raíz Invertida (CW-462.3(b))
Tipo	Resultado	Tipo	Resultado	Resultado
---	---	DL-1	Aceptado	---
---	---	DL-2	Aceptado	---
---	---	DL-3	Aceptado	---
---	---	DL-4	Aceptado	---
Resultado de examen radiográfico alternativo: <b>N.A.</b>				
Informe de inspección radiográfica N°: <b>N.A.</b>				
Nivel ASNT SNT - TC - IA: <b>N.A.</b>	Nombre de Inspector: <b>N.A.</b>		Firma y Código: <b>N.A.</b>	
Otras Pruebas: <b>N.A.</b>				
Nosotras certificamos que los datos registrados son correctos y que las pruebas fueron preparadas, ejecutadas y probadas de acuerdo a los requerimientos del Código ASME Sección IX.				
VPR SUPERVISOR IMECON S.A. 				
<b>29 OCT 2007</b>				

Figura N° 4.10 Registro de calificación del soldador (WPQR).

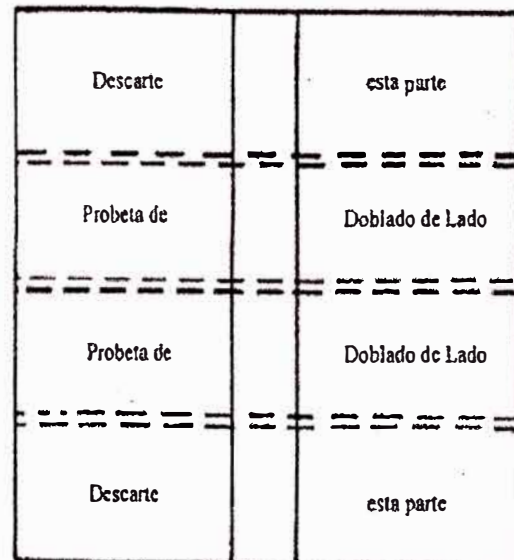
#### 4.4.1 Dimensiones de Probeta para Calificación de Soldadores

Los soldadores pasan una prueba de calificación según la norma requerida que consta de soldar un cupón con medidas de 6" x 6" como mínimo, a este cupón luego del soldeo se inspecciona visualmente la soldadura y una vez aprobada esta se sacan dos especímenes para realizarle la prueba de dobles. Si el soldador aprueba la inspección visual de la soldadura realizada y el ensayo de dobles recién está calificado para soldar e inmediatamente se genera el WPQR.

#### QW-463 Orden de Remoción (continuación)



QW-463.2 (a) PLANCHA - MENOR DE  $\frac{3}{4}$ "  
DE ESPESOR CALIFICACION  
DESEMPEÑO



QW-463(b) PLANCHA - ESPESOR DE  $\frac{3}{4}$ " y  
MAYORES CALIFICACION DE  
DESEMPEÑO

Figura 4.11 Distribución de especímenes del cupón de prueba para los ensayos de Dobles para calificar a los soldadores.



**4.4.2 Número, Tipo de Espécimen, Rango de Espesores para la Calificación de Soldadores y Operadores de Soldadura**

Tipo de Soldadura	Espesor de ensayo	Inspección Visual	Ensayo de Doblez	Espesor calificado
A Tope	T=16mm a 38mm	SI	02 de lado	Hasta 2T

Tabla N° 4.3

**4.4.3 Rango de Calificación**

Los soldadores son calificados en base a un código o norma de referencia, para este proyecto el rango de calificación esta basado al QW 461.9 del ASME Sección IX.

QW-461.9 PERFORMANCE QUALIFICATION — POSITION AND DIAMETER LIMITATIONS (Within the Other Limitations of QW-303)				
Qualification Test		Position and Type Weld Qualified [Note (1)]		
		Groove		Fillet
Weld	Position	Plate and Pipe Over 24 in. (610 mm) O.D.	Pipe ≤ 24 in. (610 mm) O.D.	Plate and Pipe
Plate — Groove	1G	F	F [Note (2)]	F
	2G	F,H	F,H [Note (2)]	F,H
	3G	F,V	F [Note (2)]	F,H,V
	4G	F,O	F [Note (2)]	F,H,O
	3G and 4G	F,V,O	F [Note (2)]	All
	2G, 3G, and 4G	All	F,H [Note (2)]	All
	Special Positions (SP)	SP,F	SP,F	SP,F
Plate — Fillet	1F	---	---	F [Note (2)]
	2F	---	---	F,H [Note (2)]
	3F	---	---	F,H,V [Note (2)]
	4F	---	---	F,H,O [Note (2)]
	3F and 4F	---	---	All [Note (2)]
	Special Positions (SP)	---	---	SP,F [Note (2)]
Pipe — Groove [Note (3)]	1G	F	F	F
	2G	F,H	F,H	F,H
	5G	F,V,O	F,V,O	All
	6G	All	All	All
	2G and 5G	All	All	All
	Special Positions (SP)	SP,F	SP,F	SP,F
Pipe — Fillet [Note (3)]	1F	---	---	F
	2F	---	---	F,H
	2FR	---	---	F,H
	4F	---	---	F,H,O
	5F	---	---	All
	Special Positions (SP)	---	---	SP,F

NOTES:  
(1) Positions of welding as shown in QW-461.1 and QW-461.2.  
F = Flat  
H = Horizontal  
V = Vertical  
O = Overhead  
(2) Pipe 2<sup>3</sup>/<sub>8</sub> in. (73 mm) O.D. and over.  
(3) See diameter restrictions in QW-452.3, QW-452.4, and QW-452.6.

Tabla 4.4 Tabla de rangos de calificación por posición y diámetro.

#### 4.5 CALIBRACION DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.

Con la finalidad de garantizar que los equipos e instrumentos utilizados en el control de las fabricaciones en el antes durante y después del proceso nos den la garantía que estamos fabricando con las medidas requeridas por las especificaciones técnicas de nuestros clientes y estamos entregando productos de acuerdo a los estándares internacionales IMECON SA cuenta con Instructivos de calibración de sus equipos e instrumentos de medición. Estas calibraciones se controlan en base a un registro denominado listado de Instrumentos y equipos calibrados (ver anexo 14).

A continuación se detallan en cuadros los Instrumentos de medición para las diversas actividades a Realizar durante la Fabricación:

##### 4.5.1 Instrumentos de Control Dimensional:

A continuación se detalla los instrumentos de control dimensional que se utilizaron para este proyecto.

ITEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	CÓDIGO	USO
1	Vernier 0 – 150mm	Mitutoyo	EVER-007	Medición de espesores de planchas
2	Micrómetro (0 – 25mm. y 25 – 50.0mm)	Mitutoyo	EMEM-001	Medición de espesores de plancha donde no es accesible el Vernier

3	Wincha de 8.0m	Stanley	ECMF-025	Control dimensional de Virolas (Trazados, longitud y diámetro de cada virola.)
4	Wincha de 30.0m	Stanley	ECMF-002	Control dimensional de Virolas y Tubos (Trazados, longitud y perímetros de cada Tubo).
5	Goniómetro	Mitutoyo	EGPM-001	Para medir ángulos de inclinación (se uso en el armado de la TEE, YEE y Reducción).
6	Nivel Óptico	Leica	ETEP-001	Para verificar la nivelación (se uso en el armado de la TEE, YEE ).

Tabla N° 4.5

#### 4.5.2 Instrumentos de Control de Soldadura:

ITEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	CÓDIGO	USO
1	Pinza amperimetrica 0 – 600A	FLUKE	EPA-010	Medición de parámetros de soldeo
2	Termómetro Infrarojo -30 a 500°C	EXTEC H	ETID-009	Medición de temperatura de precalentamiento, interfase y post calentamiento
3	Bridge Cam	G.A.L. GAGE CO.	EBCG-009	Medición de preparación de junta, sobremonta, High Low, Socavaciones y cateto de soldadura.
4	Fillet Gauge Weld y V- WAC	G.A.L. GAGE CO.	EWFG-003 EVWG-005	Medición de cateto de soldadura, sobremonta, High Low, Socavaciones, etc.

Tabla N° 4.6

### 4.5.3 Instrumentos de Control de Pintura

ITEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	CÓDIGO	USO
1	Medidor de espesores de Película Seca F1	Positector	EMPS - 001	Medidor de espesores de película de la pintura en seco.
2	Psicrómetro de voleo	Bacharack	EPBM - 001	Medir las condiciones ambientales.
3	Termómetro de Superficie o termómetro de contacto 0-120 <sup>a</sup>	PTC	ETAC - 005	Medir la temperatura de superficie del elemento a pintar.
4	Calibrador de Rugosidad	TESTEX	EMPR - 002	Medir el perfil de rugosidad de la superficie del metal luego del granallado.

Tabla N° 4.7



## **CAPITULO 5**

### **CONTROL DE CALIDAD DURANTE LA FABRICACION**

#### **5.1 GENERALIDADES**

IMECON SA cuenta con un sistema de gestión de calidad que involucra una lista de procedimientos, instructivos y Registros que están implementados en el departamento de Control de calidad para tener evidencia de los controles que se realizan durante el proceso de fabricación y así asegurar la calidad del producto.

#### **5.2 RECEPCIÓN DE MATERIALES.**

Para este proyecto los materiales fueron provistos por el cliente y almacenados en el Taller de IMECON SA - Maquinarias. En la recepción se hizo la inspección de las planchas al 100% verificando el espesor, dimensiones e identificando a cada una de estas el N° de plancha y Colada y comparándolas con sus respectivos certificados de calidad y guías de remisión del cliente. Todos estos elementos fueron registrados en el Formato de Recepción de materiales. (VER ANEXO 7).

#### **5.3 TRAZABILIDAD DE MATERIALES.**

La trazabilidad de los materiales se realiza haciendo seguimiento a cada plancha habilitada, identificando a cada una su N° de colada y N° de plancha con marcador metálico desde la pancha que se utilizo en cada Virola hasta cada cercha que se utilizo para el armado

y soldeo de los anillos de refuerzo de los tubos. La trazabilidad del producto terminado es evidenciada en el formato de trazabilidad (**VER ANEXO 7**)

#### **5.4 HABILITADO DE MATERIALES**

El habilitado de cada plancha se realizo con proceso de Oxicorte controlando la temperatura de precalentamiento del material ( $T = 120^{\circ}\text{C}$ ) con Pirometros y tizas térmicas. Se tuvo mucho control en este proceso, ya que si la Temperatura de Precalentamiento esta por debajo del mínimo requerido puede ocasionar ciertas fisuras Superficiales que van en perjuicio de la Soldadura posterior.

En este proceso se tiene la preparación de junta de las planchas que se van a soldar, lo cual para ello se tiene que regular los parámetros e inclinación de las boquillas del Oxicorte para obtener el bisel que manda el plano.

Para eliminar los errores en la preparación del bisel se realizó un esquema de todas las Juntas típicas de cada bisel de acuerdo al espesor de plancha este esquema se entregó a cada supervisor y operario encargado de realizar la preparación del bisel.

Las inspecciones de control que se realizaron a los biseles fue con Bridge Cam, adicionalmente a ello se hace el control del trazado de cada plancha antes del corte, estos datos medibles son registrados en el Registro de Armado (**VER ANEXO 7**).

#### **5.5 INSPECCIÓN DIMENSIONAL**

El control dimensional se realizó desde el proceso de habilitado de la plancha, ya que la medida del desarrollo de la virola en la plancha es fundamental para obtener luego del rolado el perímetro y diámetro requerido en cada tubo.

Luego del rolado se verifica la curvatura de la Virola y de acuerdo a ello si requiere se realiza una pasada adicional en la rola para obtener la redondez deseada.

El control dimensional se realizó de acuerdo a los planos de fabricación aprobados para construcción, tolerancias dimensionales según el Asme sección VIII y plan de puntos de Inspección ya definido. Las mediciones son registrados en el Formato de Control dimensional (VER ANEXO 7 ).

## **5.6 INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA.**

La inspección de soldadura se realiza al 100% de todos los cordones de soldadura de juntas a tope y filete realizados en el proyecto.

La inspección visual final se realiza luego de haber transcurrido 48 horas de haberse realizado la soldadura. Los criterios de aceptación de la inspección visual están en base al código ASME sección VIII Div 1.

## **5.7 CONTROL DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS**

Los ensayos de NDT a realizar están definidos según el código de construcción Asme sección VIII

Para la realización de los ensayos se ha exigido a las Empresas participantes los siguientes Requisitos:

- Procedimiento Operativo de Trabajo.
- Procedimiento de Gammagrafia.
- Procedimiento de Ultrasonido.

- Procedimiento de Partículas Magnéticas.
- Procedimiento de Calificación de Personal.
- Currículum Vitae de los Inspectores (adjuntar Certificaciones).
- Licencia de Funcionamiento de Gamma grafía.
- Certificados de Calibración de los Equipos.

En la tabla 5.1 se detallan los ensayos a realizarse en cada junta de la tubería forzada exigida por el proyecto todos los ensayos están bajo el código Asme sección VIII.

INSPECCION	CAMPO DE APLICACIÓN	METODO	CRITERIO DE ACEPTACION
<b>Visual de Soldadura</b>	100% de las Juntas Soldadas	Asme sección VIII	Asme sección VIII
<b>Por Líquidos Penetrante</b>	100% de las Juntas a tope de Penetración Completa	Asme sección V Astm E165	Asme sección VIII
<b>Por Radiografía</b>	100% de cruces de soldadura longitudinal con circunferencial de los Tubos.	Asme sección V Articulo 2	Asme sección VIII
<b>Por Ultrasonido</b>	100% de las Juntas de Penetración Completa	Asme sección V Articulo 4	Asme sección VIII
<b>Por Partículas magnéticas</b>	100% de las Juntas en T de todos los anillos de refuerzo de los Tubos.	Asme sección V Articulo 7	Asme sección VIII, apéndice 6

Tabla N° 5.1 NDT Acuerdo al código Asme sección VIII

## 5.8 INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE PINTADO

Para planificar la inspección de pintado es necesario elaborar un procedimiento para que en base a este se realice las inspecciones en el granallado y pintado con las reglas

de juego claras, dicho procedimiento debe ser usado por toda la parte operativa del proceso de fabricación.

### **5.8.1 Procedimiento de Pintado de Tuberías Forzadas**

#### **5.8.1.1 Alcance**

- El procedimiento es aplicado a todas las tuberías forzadas e incluye los siguientes productos:

##### **Dimetcote 9**

Imprimante a base de zinc inorgánico

##### **Coaltar C-200**

Recubrimiento epóxico a base de alquitrán de hulla.

- Este procedimiento detalla las etapas de los trabajos de preparación de superficie y aplicación de las pinturas.

#### **5.8.1.2 Preparación de la Superficie**

##### **Aspectos previos**

Esta etapa terminará cuando se alcance una superficie metálica libre de contaminantes visibles (grasa, aceite, combustible), contaminantes no visibles (sales) y la superficie preparada deberá alcanzar una limpieza similar a la especificada como "Limpieza al grado cercano al blanco con chorro de abrasivo" según norma SSPC-SP10. El tipo de limpieza tan solo tolera un 5% de sombras de óxido en la superficie.

El aire comprimido a usar debe encontrarse libre de contaminantes (agua y aceite), evaluado bajo la norma ASTM D4285.

El abrasivo debe ser compatible con los requerimientos de la norma SSPC-AB1 (o la norma sujeta al tipo de abrasivo utilizado), esto significa que el valor de conductividad debe ser inferior a 1000 micro siemens/cm.

### **1ra etapa - Remoción de contaminantes visibles y no visibles**

En caso de encontrarse grasa o combustible impregnado, estos se deben remover con espátula y trapo antes del lavado.

Lave la superficie con detergente industrial bio-degradable diluido en agua para la remoción de suciedad, grasa y sales (El detergente Deterjet 20 se diluye en agua en relación una de Deterjet 20 y veinte partes de agua potable).

Esta etapa concluirá si mediante la prueba de detección de cloruros Quantab se verifica que la superficie tiene menos de 30 ppm de iones cloruro.

Durante esta etapa se observará el estado del acero (defectos de construcción, corrosión, etc) para realizar las observaciones pertinentes.

### **2da etapa – Preparación de la superficie (en taller)**

Mediante herramientas manuales (cincel, picotas, etc.) o equipos de poder (amoladoras discos non-woven, amoladoras con discos de esmeril, escobillas de copa) eliminar toda imperfección en el acero (salpicadura de soldadura, rebabas, filos cortantes, restos de montaje, delaminación de acero, etc.) hasta obtener una superficie preparada según la norma SSPC-SP2/SP3.

Mediante el empleo de equipos de limpieza con chorro de abrasivos a presión se limpiará la superficie según lo especificado en la norma SSPC-SP10. La rugosidad generada debe variar entre 1.5 a 2.5 mils.

- Finalmente y antes del pintado, remover los restos de preparación de superficie (polvo) mediante el empleo de escobillones de cerdas duras y/o aire limpio a presión, se recomienda encintar o cubrir 1 pulgada en los extremos de las tubería antes del pintado (zonas a soldar).

### 5.8.1.3 Pintado Y Curado

#### Aspectos previos

- El sistema y los espesores especificados son:

ZONAS	CAPA	Nº CAPA	COLOR	PRODUCTO	EPS (mils)
<b>Interior</b>	Base	1	VERDE	Dimeticote 9	3.0
	Acabado	1	NEGRO	COALTAR C200	9.0
Total					<b>12.0</b>
<b>Exterior</b>	Acabado	1	VERDE	Lechada de cemento	Cubrir la superficie

Tabla N° 5.2 Sistema de pintado

- Esta etapa culminará cuando la pintura se encuentre completamente curada, libre de defectos y con el espesor de película requerido.
- La pintura se debe almacenar sobre parihuelas de madera, bajo techo, a temperaturas entre 4 y 38 °C y con suficiente ventilación.
- Todas las reparaciones de pintura dañada por trabajos de construcción (soldadura-corte) deben repararse antes de la aplicación de la segunda capa. Esto permitirá una capa de acabado de color homogéneo. Las reparaciones después de aplicada la última capa pueden generar zonas con tonalidad diferente.

- Para una mejor performance del sistema de pintura aplicado, toda rectificación mecánica se deberá realizar antes de iniciar la aplicación de la primera capa de pintura.
- Para las aplicaciones de capas generales se recomienda el uso de un equipo airless y el uso de las boquillas dependerán de la pintura a utilizar (ver cuadro), así como la elección del tamaño del abanico dependerá únicamente del tamaño de la estructura a trabajar.

Tabla N° 5.3 Equipo para la aplicación de pintura

<b>Pintura</b>	<b>Equipo</b>	<b>Boquilla</b>
Dimetcote 9	Graco Bulldog	33:1 / 0.021” – 0.023”
Coaltar C-200	Graco Bulldog	30:1 / 0.021” – 0.023”

- Para el pintado de cordones de soldadura, filos, bordes, pernos y zonas de difícil acceso se usaran brochas de nylon.
- La mezcla de la pintura se realizará en envases plásticos limpios.
- Para la homogenización de la resina y catalizador se usaran 2 reglas metálicas o de madera de 5mm x 50mm x 300 mm, una para cada componente.
- Para la mezcla de la pintura se usara agitador neumático tipo Jiffy.
- Antes de la aplicación, la pintura debe de filtrarse con malla No. 30.
- Las condiciones de aplicación son favorables cuando la temperatura de la superficie se encuentra 3 °C sobre la temperatura del punto de rocío, la humedad relativa es inferior a 85% y la velocidad del viento no supere los 15 Km/h.



- Para los trabajos de pintura (de realizarse en taller), la luz artificial debe de tener una luminosidad mínima de 50 lumen / pie<sup>2</sup> (530 lumen / m<sup>2</sup>) proporcionada por luz blanca.
- Para el manipuleo de la pintura se deben usar guantes de neopreno así como máscaras para vapores orgánicos. Además considere otros Equipos de Protección Personal si se requiere así como las recomendaciones dadas en la Hoja de Seguridad MSDS de los productos a aplicar. La preparación de la pintura se realizara en base a lo indicado en la hoja técnica de cada producto.

#### **1ra etapa – Capa general del imprimante Dimetcote 9**

- Antes de iniciar la aplicación del primer se procederá a cubrir 50 mm correspondiente a los filos.
- Sobre toda la superficie preparada y si las condiciones ambientales son favorables, aplique a equipo (según corresponda) la capa general del Imprimante Inorgánico rico en zinc Dimetcote 9 a 3 mils secos.
- Verificar que no existan zonas sin cubrir ni defectos de aplicación.

#### **2da etapa – Medición de espesores del imprimante.**

- Luego de 20min. (21°C) de secado del Dimetcote 9 mida los espesores de película seca según la norma SSPC-PA2, el espesor seco debe de ser 2.4 mils mínimo a 3.6 mils máximo y de 3.0 mils promedio.
- Si no se alcanza el espesor mínimo, luego de 24 horas de aplicado la primera capa aplique una capa adicional del Dimetcote 9 hasta lograr el espesor especificado.

**3ra etapa – Aplicación de Thin Coat de Coaltar C-200, Negro**

- Habiendo transcurrido al menos el tiempo mínimo de repintado del Dimetcote 9 a (24 horas a 21°C), si los requisitos de limpieza y las condiciones ambientales son favorables, aplique a equipo (según corresponda) una capa adelgazada de aproximadamente 1 mils en seco de epóxi-alquitrán Coaltar C-200 a una dilución del 20.0%.

**4ta etapa – Aplicación de la capa Final de Coaltar C-200, Negro**

- Después del secado al tacto aplique la capa general del Coaltar C-200 (dilución 12.5% con Unipoxi) hasta alcanzar el espesor especificado por el usuario final (9.0 mils), para lo cual se deberá aplicar a un espesor húmedo de 13.0 mils.
- Verificar que no existan zonas sin cubrir ni defectos de aplicación.

**5ta etapa – Medición de espesores del Coaltar C-200, Negro**

- Luego de 24 horas (25°C) de secado del Coaltar C-200 mida los espesores de película seca según la norma SSPC-PA2, el espesor seco debe de ser 9.6 mils mínimo a 14.4 mils máximo y de 12.0 mils promedio.
- Si no se alcanza el espesor, aplique una capa adicional del Coaltar C-200 hasta lograr el espesor especificado.

**6ta etapa – Detección de discontinuidad de película**

- Para asegurar la continuidad de la película después de la aplicación, el contratista deberá de realizar la prueba de detección de discontinuidades.
- Después de curado el sistema de pintura aplicado (incluyendo las reparaciones a las zonas dañadas por el montaje) y armada la línea, se procederá a realizar la prueba.

## **5.8.2 Prueba de Adherencia al Sistema de Pintura**

### **5.8.2.1 Objetivo**

El objetivo de la prueba de adherencia es asegurar que el sistema de pintado de las Tuberías funcione, por ello se solicitó al proveedor de pintura Compañía Peruana de Productos Químicos realizar la prueba de adherencia en la primera Tubería que este pintada con el sistema de pinturas especificado Estas pruebas se realizaron en el Taller de IMECON SA en presencia del Jefe de Control de Calidad.

### **5.8.2.2 Sistema de Pintura Evaluado**

El sistema de pintura requerido por el proyecto:

<b>ZONAS</b>	<b>PINTURA</b>	<b>Nº CAPA</b>	<b>PRODUCTO</b>	<b>EPS (mils)</b>
<b>Tubería Forzada</b>	Base	1	Dimetcote 9	3
	Acabado	Según requiera	Coaltar C200	9

Tabla N° 5.3 Sistema de pintado en zona a realizar prueba de adherencia

### **5.8.2.3 Método de Ensayo**

Este Método se basa en la Norma **ASTM 4541**. Con éste método, un dispositivo comúnmente llamado “dolly” es pegado a la superficie. Se usa entonces un dispositivo especial de tracción para aplicar una fuerza ascendente hasta que la película de pintura o el pegamento se desprendan. La tracción es perpendicular a la superficie, tanto así que se mide la fuerza de tensión.

Para esta prueba son necesarios: un dispositivo traccionador, “dollys” y pegamento.

El primer paso es preparar los “dollys”. Estos dollys pueden ser de un acero suave y deben ser limpiados para que el pegamento adhiera.

Este procedimiento de limpieza comprende una limpieza con solvente., también se recomienda lijar suavemente la superficie a pegarse con un papel de lija, esto minimizará el número de fallas del pegamento.

**Instrumento usado para la evaluación:**

Pull – off Adhesion Testing, modelo PosiTest AT Marca Defeslko (Rango 0 – 3000psi)

**Norma de Evaluación:**

La medición del grado de adhesion se realice en base al ASTM D – 4541 “Standard Test Meted for Pull-Off Strenght of Coating Using Portable Adhesion Testers”. Tipo 5 ISO 4624 “Paints and Varnishes – Pull off- test for Adhesion”.

**5.8.2.4 Resultados de la Prueba de Adherencia**

Para la evaluación de la prueba de adherencia se seleccionó el tubo T11 en el cual se colocaron previamente tres Dollies en zonas representativas.

El recubrimiento Coaltar C200 fue aplicado el 08/01/2008 y la prueba de Adhesión se realizó luego de 07 días de terminada su aplicación.

<b>Ubicación</b>	<b>ID Dolly</b>	<b>Espesor recubrimiento ( mills)</b>	<b>Valor de Adhesión (psi)</b>	<b>Tipo de desprendimiento y %</b>
<b>TUBO T11</b>	A1	13.87	1484	100% Pegamento
	A2	18.37	1321	100% Pegamento
	A3	12.66	1912	100% Pegamento

Tabla N° 5.4 Resultados de la prueba de adherencia

#### **5.8.2.5 Observaciones de los Resultados**

En todos los casos, de los 3 ensayos de adherencia, se encuentran por encima del valor mínimo aceptable.

En todos los ensayos de Adherencia el desprendimiento se genero a nivel de la segunda capa siendo del tipo cohesivo.

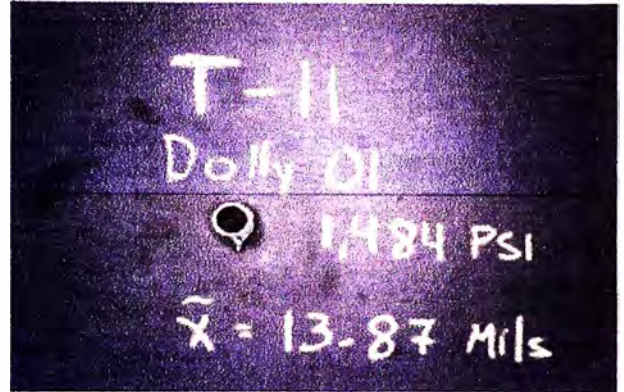


## Fotografías Prueba de Adhesión – Tubo T-11

Dolly 01



Zona evaluada



Dolly 02



Zona evaluada



Dolly 03



Zona evaluada

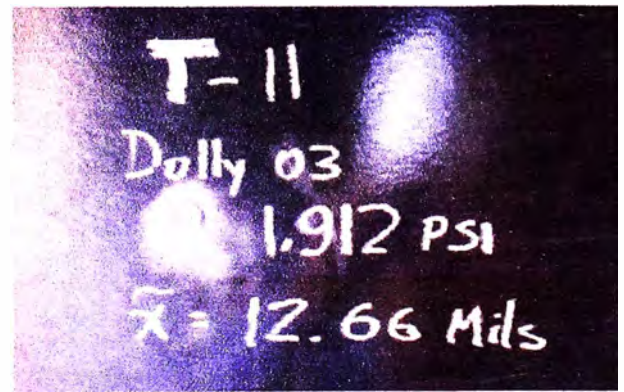


Figura N° 5.1 Resultado de ensayos de adherencia

#### **5.8.2.6 Conclusiones de prueba de adherencia**

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de Adhesión, el recubrimiento aplicado cumple con los parámetros solicitados por el Especificador.
- Los valores de adherencia obtenidos en los ensayos, se encuentran por encima de los valores indicados para sistemas epóxicos (400 psi).
- En el Plan de puntos de inspección de cada proyecto debe indicar como una de las primeras medidas de Aseguramiento a tomar en cuenta es realizar la prueba de Adherencia a los sistemas de pintado que se apliquen.

# **CAPITULO 6**

## **CRITERIOS DE ACEPTACION Y LIBERACION DE ESTRUCTURAS**

Los criterios de Aceptación se basan en hacer cumplir el código de Construcción de las Tuberías Forzadas, en este caso se realizó el diseño según el código ASME Sección VIII DIV 1 y las especificaciones Técnicas del Proyecto las cuales están indicadas en el plan de puntos de inspección (ver sección 3.2).

Para controlar todo el proceso de fabricación de tuberías Forzadas se realiza el seguimiento y registro de las inspecciones, esto para asegurar la calidad del producto y además para cumplir con este objetivo se realiza un programa de actividades de inspección plasmadas en el plan de puntos de inspección que consta de varias etapas:

### **6.1 ETAPAS DE INSPECCIÓN Y LIBERACIÓN**

- Recepción de Especificaciones Técnicas.
- Recepción de Materiales y Equipos.
- Trazabilidad é identificación del Material base de todo el proyecto.
- Control de habilitado de planchas (se verifica el trazado, los biseles que estén de acuerdo al plano, se identifica la colada del material y se identifica la plancha).



- Verificación de pestañeado (se verifica que este realizado antes del rolado para garantizar que la virola no presente zonas sin rolar).
- Ensayos por Partículas Magnéticas al 100% de todos los biseles.
- Control de rolado (luego del rolado se verifica con plantilla la curva requerida).
- Armado de la virola ( se verifica que no exista traslape en la preparación de junta)
- Inspección por Líquidos Penetrantes a la soldadura longitudinal.
- Inspección visual de la soldadura longitudinal.
- Plantillado de la virola luego del soldeo.
- Ensayos de ultrasonidos a la soldadura longitudinal (se realiza luego de haber transcurrido 48 horas de haberse terminado el soldeo)
- Armado de anillos de refuerzo
- Inspección visual de soldadura a la soldadura filete de los anillos de refuerzo
- Ensayos de Partículas magnéticas al 100% de toda la soldadura de los anillos de refuerzo de la virola (se realiza luego de haber transcurrido 48 horas de haberse terminado el soldeo)
- Inspección de Preparación de Superficie y aplicación del Sistema de Pintura de cada virola.
- Armado de Tubo (se verifica el traslape entre biseles de la junta circunferencial creada.
- Inspección por Líquidos Penetrantes a la soldadura circunferencial.
- Inspección visual de la soldadura circunferencial.
- Ensayos por Ultrasonidos a la soldadura circunferencial (se realiza luego de haber transcurrido 48 horas de haberse terminado el soldeo).
- Ensayo de Gamma grafía a la los cruces de soldadura formados entre la soldadura longitudinal y circunferencial.
- Inspección de Limpieza Mecánica general.

- Inspección de Preparación de Superficie y aplicación del Sistema de Pintura del Tubo.
- Prueba de adherencia
- Prueba de detección de discontinuidades.
- Inspección e Identificación de Elementos Terminados para despacho a Obra.

Durante el desarrollo de la fabricación, Se van generando los registros de Control de Calidad las cuales al término del proyecto se incluyen en el Dossier de Calidad conjuntamente con el plan de calidad y procedimientos de Control de Calidad la cual se debe entregar al cliente, la aceptación y liberación del producto se realiza en cada etapa del proceso de fabricación.

A continuación se detallan las tolerancias específicas que se recomienda para la fabricación de tuberías Forzadas.

## **6.2 TOLERANCIAS DE FABRICACIÓN**

Los tubos y accesorios fabricados deberán cumplir con las tolerancias que se indican a continuación:

### **Laminas**

Se debe verificar que el peso y las dimensiones de las láminas de acero estén de acuerdo con las variaciones permisibles especificadas en la norma ASTM A20.

### **Alineamiento.**

El alineamiento de las juntas a ser soldadas deberá cumplir con los requerimientos indicados en los planos.

### **Fuera de redondez.**

Toda fuera de redondez tendrá a forma de una ovalidad suave de tal forma que se pueda redondear con gatas. La diferencia entre los diámetros internos máximo y mínimo en

cualquier sección transversal de tubería no deberá ser mayor a los valores indicados en los planos.

#### **Deformación Local.**

La máxima deformación Local no deberá ser mayor que el 50% del espesor de la chapa. Sera medida utilizando un patrón que tenga la forma exterior requerida para admitir esta deformación y una longitud de 400mm medidos a lo largo de la sección transversal del tubo.

#### **Refuerzo de la soldadura.**

Los refuerzos de la soldadura deberán cumplir con lo establecido en el artículo UW-35, sección VIII del código ASME.

#### **Desviación del radio teórico.**

La máxima desviación permisible del radio teórico está dada por la siguiente expresión:

$$H = \pm (2R/1000 + 20/e + 0.5)$$

En donde:

H=Espacio libre permisible entre el radio interno real mínimo o máximo y el radio teórico, mm.

R= Radio interno de la tubería, mm.

e= Espesor de la pared, mm.

#### **Desviación de la Generatriz**

La máxima desviación permisible de alineamiento de la generatriz de las tuberías está dada por la expresión:

$$F = 2L/1000$$

En donde:

L= longitud de la tubería, mm.

F= espacio máximo permisible entre la generatriz y la línea recta teórica, mm.

#### **Desviación angular en quiebres**

La deflexión total efectiva de cualquier quiebre en la tubería tendrá una variación permisible de más o menos  $0^{\circ} 20'$ .

### **6.3 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS**

Todos los biseles deberán ser inspeccionados con Partículas magnéticas Fluorescentes antes de la aplicación de la soldadura, de acuerdo con los artículos 6 y 24 de la sección V del código ASME.

La longitud total de las soldaduras longitudinales y circunferenciales de fábrica deberá ser inspeccionada por Ultrasonidos de acuerdo con los requisitos establecidos en el párrafo UW 51 de la Sección VIII del código ASME y el artículo 4 de la sección V.

Todos los cruces de las soldaduras longitudinales con circunferenciales deberá ser inspeccionada radiográficamente de acuerdo con los requisitos establecidos en el párrafo UW 51 de la Sección VIII del código ASME y los artículos 1, 2 y 22 de la sección V.

Los resultados se evaluarán de acuerdo con los criterios de aceptación establecidos en el código y todas las imperfecciones o defectos calificados como inaceptables deberán ser reparados y sometidos a una nueva prueba radiográfica.

Las soldaduras de filete se deberán examinar mediante partículas magnéticas o tintes penetrantes en el 100% de la longitud de acuerdo con los artículos 6 y 7 de la Sección V del código ASME.

#### **6.4 NORMAS APLICABLES**

Para la fabricación de la tubería forzada será bajo la norma “ASME Boiler and Pressure Vessel Code - Section VIII División 1. La calificación de operarios y procedimientos de soldadura estarán bajo la norma “ASME Boiler and Pressure Vessel Code - section IX - Qualification Standard of Welding and Brazing Procedures, Welders, Brazers, and Welding and Brazing Operators”, siendo aplicada para este proyecto por la presión que va a soportar la tubería.

**CAPITULO 7**  
**COSTOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS**  
**REALIZADOS EN EL PROYECTO**

## 7.1 COSTO DE ENSAYOS POR ULTRASONIDOS.

METRADO DE SOLDADURA LONGITUDINAL INSPECCIONADA POR ULTRASONIDOS										
ITEM	N° TRAMO	TUBO	VIOLA	ESPESO R	DIAMETRO INTERIOR	LONGITUD SOLDADURA LONGITUDINAL	LONGITUD SOLDADURA CIRCUNFERENCIAL	LONGITUD A ENSAYAR (mm)	COSTO DE UT POR METRO(\$/m)	COSTO TOTAL MT(\$)
1	2	T01	T01	35	3200	3000		3000	8	24.00
2		T02-1	T02-1	35	3200	2592		2592	8	20.74
3		T02-2 / T03-1	T02-2	35	3200	2718	10190	12908	8	103.26
4		T03-1	T03-1	35	3200	2592		2592	8	20.74
5		T03-2	T03-2	35	3200	3000		3000	8	24.00
6	3 Codo	T04	T04-1	35	3200	2787		2787	8	22.30
7		T04-2	T04-2	35	3200	2592		2592	8	20.74
8		T05-1	T05-1	35	3200	2592		2592	8	20.74
9		T05-2	T05-2	35	3200	2592		2592	8	20.74
10		T06	T06-1	35	3200	2592		2592	8	20.74
11		T06-2	T06-2	35	3200	2592		2592	8	20.74
12		T07	T07-1	35	3200	2787		2787	8	22.30
13		T07-2	T07-2	34	3200	3000		3000	8	24.00
14		T08	T08-1	34	3200	3000	10160	13160	8	105.28
15		T08-2	T08-2	34	3200	3000		3000	8	24.00
16		T09	T09-1	34	3200	3000	10160	13160	8	105.28
17	T09-2	T09-2	34	3200	3000		3000	8	24.00	
18	4	T10	T10-1	34	3200	3000	10160	13160	8	105.28
19		T10-2	T10-2	34	3200	3000		3000	8	24.00
20		T11	T11-1	34	3200	3000	10160	13160	8	105.28
21		T11-2	T11-2	34	3200	3000		3000	8	24.00
22		T12	T12-1	34	3200	3000		3000	8	24.00
23		T13	T13-1	34	3200	3000	10160	13160	8	105.28
24		T13-2	T13-2	32	3200	3000		3000	8	24.00
25		T14	T14-1	32	3200	3000	10153	13153	8	105.22
26		T14-2	T14-2	32	3200	3000		3000	8	24.00
27		T15	T15-1	32	3200	3000	10153	13153	8	105.22
28		T15-2	T15-2	32	3200	3000		3000	8	24.00
29		T16	T16-1	32	3200	3000	10153	13153	8	105.22
30	T16-2	T16-2	32	3200	3000		3000	8	24.00	
31	5	T17	T17-1	32	3200	3000	10153	13153	8	105.22
32		T17-2	T17-2	32	3200	3000		3000	8	24.00
33		T18	T18-1	32	3200	3000	10153	13153	8	105.22
34		T18-2	T18-2	32	3200	3000		3000	8	24.00
35		T19	T19-1	32	3200	3000		3000	8	24.00
36		T20	T20-1	32	3200	3000	10153	13153	8	105.22
37		T20-2	T20-2	30	3200	3000		3000	8	24.00
38		T21	T21-1	30	3200	3000	10147	13147	8	105.18
39		T21-2	T21-2	30	3200	3000		3000	8	24.00
40		T22	T22-1	30	3200	3000	10147	13147	8	105.18
41		T22-2	T22-2	30	3200	3000		3000	8	24.00
42		T23	T23-1	30	3200	3000	10147	13147	8	105.18
43		T23-2	T23-2	30	3200	3000		3000	8	24.00
44		T24	T24-1	30	3200	3000	10147	13147	8	105.18
45		T24-2	T24-2	30	3200	3000		3000	8	24.00
46		T25	T25-1	30	3200	3000	10147	13147	8	105.18
47		T25-2	T25-2	30	3200	3000		3000	8	24.00
48		T26	T26-1	30	3200	3000	10147	13147	8	105.18
49	T26-2	T26-2	30	3200	3000		3000	8	24.00	
50	T27	T27-1	30	3200	3000	10147	13147	8	105.18	
51	T27-2	T27-2	28	3200	3000		3000	8	24.00	
52	7	T28	T28-1	28	3200	3000	10141	13141	8	105.13
53		T28-2	T28-2	28	3200	3000		3000	8	24.00
54		T29	T29-1	28	3200	3000	10141	13141	8	105.13
55		T29-2	T29-2	28	3200	3000		3000	8	24.00
56		T30	T30-1	28	3200	3000	10141	13141	8	105.13
57		T30-2	T30-2	28	3200	3000		3000	8	24.00
58		T31	T31-1	28	3200	3000	10141	13141	8	105.13
59		T31-2	T31-2	28	3200	3000		3000	8	24.00
60		T32	T32-1	28	3200	3000	10141	13141	8	105.13
61		T32-2	T32-2	28	3200	3000		3000	8	24.00
62		T33	T33-1	28	3200	3000	10141	13141	8	105.13



ITEM	N° TRAMO	TUBO	VIROLA	ESPESO R	DIAMETRO INTERIOR	LONGITUD SOLDADURA LONGITUDINAL	LONGITUD SOLDADURA CIRCUNFERENCIAL	LONGITUD A ENSAYAR (mm)	COSTO DE UT POR METRO(\$/m)	COSTO TOTAL MT(\$)		
63	8	T33	T33-2	26	3200	3000		3000	8	24.00		
64		T34	T34-1	26	3200	3000	10135	13135	8	105.08		
65			T34	T34-2	26	3200	3000		3000	8	24.00	
66			T35	T35-1	26	3200	3000	10135	13135	8	105.08	
67			T35	T35-2	26	3200	3000		3000	8	24.00	
68			T36	T36-1	26	3200	3000	10135	13135	8	105.08	
69			T36	T36-2	26	3200	3000		3000	8	24.00	
70			T37	T37-1	26	3200	3000	10135	13135	8	105.08	
71			T37	T37-2	26	3200	3000		3000	8	24.00	
72			T38	T38-1	26	3200	3000	10135	13135	8	105.08	
73			T38	T38-2	26	3200	3000		3000	8	24.00	
74			T39	T39-1	26	3200	3000	10135	13135	8	105.08	
75			T39	T39-2	24	3200	3000		3000	8	24.00	
76		9	T40	T40-1	24	3200	3000	10128.5	13129	8	105.03	
77			T40	T40-2	24	3200	3000		3000	8	24.00	
78			T41	T41-1	24	3200	3000	10128.5	13129	8	105.03	
79			T41	T41-2	24	3200	3000		3000	8	24.00	
80			T42	T42-1	24	3200	3000	10128.5	13129	8	105.03	
81			T42	T42-2	24	3200	3000		3000	8	24.00	
82			T43	T43-1	24	3200	3000	10128.5	13129	8	105.03	
83			T43	T43-2	24	3200	3000		3000	8	24.00	
84			T44	T44-1	24	3200	3000	10128.5	13129	8	105.03	
85			T44	T44-2	24	3200	3000		3000	8	24.00	
86			T45	T45-1	24	3200	3000		3000	8	24.00	
87			T46	T46-1	24	3200	3000	10128.5	13129	8	105.03	
88			T46	T46-2	22	3200	3000		3000	8	24.00	
89	10		T47	T47-1	22	3200	3000	10122	13122	8	104.98	
90			T47	T47-2	22	3200	3000		3000	8	24.00	
91			T48	T48-1	22	3200	3000	10122	13122	8	104.98	
92			T48	T48-2	22	3200	3000		3000	8	24.00	
93			T49	T49-1	22	3200	3000	10122	13122	8	104.98	
94			T49	T49-2	22	3200	3000		3000	8	24.00	
95			T50	T50-1	22	3200	3000	10122	13122	8	104.98	
96			T50	T50-2	22	3200	3000		3000	8	24.00	
97			T51	T51-1	22	3200	3000	10122	13122	8	104.98	
98			T51	T51-2	22	3200	3000		3000	8	24.00	
99			T52	T52-1	22	3200	3000		3000	8	24.00	
100		11	T53	T53-1	22	3200	3000	10122	13122	8	104.98	
101				T53	T53-2	20	3200	3000		3000	8	24.00
102				T54	T54-1	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93
103			T54	T54-2	20	3200	3000		3000	8	24.00	
104			T55	T55-1	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93	
105			T55	T55-2	20	3200	3000		3000	8	24.00	
106			T56	T56-1	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93	
107			T56	T56-2	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93	
108			T56	T56-3	20	3200	3000		3000	8	24.00	
109			T57	T57-1	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93	
110			T57	T57-2	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93	
111			T57	T57-3	20	3200	3000		3000	8	24.00	
112			T58	T58-1	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93	
113			T58	T58-2	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93	
114		T58	T58-3	20	3200	3000		3000	8	24.00		
115	11	T59	T59-1	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93		
116			T59	T59-2	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93	
117			T59	T59-3	20	3200	3000		3000	8	24.00	
118			T60	T60-1	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93	
119			T60	T60-2	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93	
120			T60	T60-3	20	3200	3000		3000	8	24.00	
121			T61	T61-1	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93	
122			T61	T61-2	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93	
123			T61	T61-3	20	3200	3000		3000	8	24.00	
124			T62	T62-1	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93	
125			T62	T62-2	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93	
126			T62	T62-3	20	3200	3000		3000	8	24.00	
127			T63	T63-1	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93	
128			T63	T63-2	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93	
129		T63	T63-3	20	3200	3000		3000	8	24.00		
130	11	T64	T64-1	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93		
131			T64	T64-2	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93	
132			T64	T64-3	20	3200	3000		3000	8	24.00	
133	11	T65	T65-1	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93		
134			T65	T65-2	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93	
135			T65	T65-3	20	3200	3000		3000	8	24.00	
136	11	T66	T66-1	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93		
137			T66	T66-2	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93	
138			T66	T66-3	20	3200	3000		3000	8	24.00	
139	11	T67	T67-1	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93		
140			T67	T67-2	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93	
141			T67	T67-3	20	3200	3000		3000	8	24.00	
142	11	T68	T68-1	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93		
143			T68	T68-2	20	3200	3000	10116	13116	8	104.93	



ITEM	N° TRAMO	TUBO	VIROLA	ESPE- R	DIAMETRO INTERIOR	LONGITUD SOLDADURA LONGITUDINAL	LONGITUD SOLDADURA CIRCUNFERENCIAL	LONGITUD A ENSAYAR (mm)	COSTO DE UT POR METRO(\$/m)	COSTO TOTAL MT(\$)	
144	12	T68	T68-3	18	3200	3000		3000	8	24.00	
145		T69	T69-1	18	3200	3000	10109.5	13110	8	104.88	
146			T69-2	18	3200	3000	10109.5	13110	8	104.88	
147			T69-3	18	3200	3000		3000	8	24.00	
148		T70	T70-1	18	3200	3000	10109.5	13110	8	104.88	
149			T70-2	18	3200	3000	10109.5	13110	8	104.88	
150			T70-3	18	3200	3000		3000	8	24.00	
151		T71	T71-1	18	3200	3000	10109.5	13110	8	104.88	
152			T71-2	18	3200	3000	10109.5	13110	8	104.88	
153			T71-3	18	3200	3000		3000	8	24.00	
154		T72	T72-1	18	3200	3000	10109.5	13110	8	104.88	
155			T72-2	18	3200	3000	10109.5	13110	8	104.88	
156			T72-3	18	3200	3000		3000	8	24.00	
157		T73	T73-1	18	3200	3000	10109.5	13110	8	104.88	
158			T73-2	18	3200	3000	10109.5	13110	8	104.88	
159			T73-3	18	3200	3000		3000	8	24.00	
160		T74	T74-1	18	3200	3000	10109.5	13110	8	104.88	
161			T74-2	18	3200	3000	10109.5	13110	8	104.88	
162			T74-3	18	3200	3000		3000	8	24.00	
163		T75	T75-1	18	3200	3000	10109.5	13110	8	104.88	
164			T75-2	18	3200	3000	10109.5	13110	8	104.88	
165			T75-3	18	3200	3000		3000	8	24.00	
166		T76	T76-1	18	3200	3000	10109.5	13110	8	104.88	
167			T76-2	18	3200	3000	10109.5	13110	8	104.88	
168			T76-3	18	3200	3000		3000	8	24.00	
169		T77	T77-1	18	3200	3000	10109.5	13110	8	104.88	
170			T77-2	18	3200	3000	10109.5	13110	8	104.88	
171			T77-3	18	3200	3000		3000	8	24.00	
172		T78	T78-1	18	3200	3000	10109.5	13110	8	104.88	
173			T78-2	18	3200	3000	10109.5	13110	8	104.88	
174			T78-3	16	3200	3000		3000	8	24.00	
175		13	T79	T79-1	16	3200	3000	10103	13103	8	104.82
176				T79-2	16	3200	3000	10103	13103	8	104.82
177				T79-3	16	3200	3000		3000	8	24.00
178			80	T80-1	16	3200	3000	10103	13103	8	104.82
179				T80-2	16	3200	3000		3000	8	24.00
180			81	T81-1	16	3200	3000	10103	13103	8	104.82
181				T81-2	16	3200	3000		3000	8	24.00
182		82	T82	16	3200	3000		3000	8	24.00	
183		14 CODO SUPERIOR	T83	T83-1	16	3200	3000	10103	13103	8	104.82
184				T83-2	16	3200	3000	10103	13103	8	104.82
185				T83-3	16	3200	3000		3000	8	24.00
186			T84	T84-1	16	3200	3000	10103	13103	8	104.82
187				T84-2	16	3200	3000	10103	13103	8	104.82
188				T84-3	16	3200	3000		3000	8	24.00
189				T85-1	16	3200	3000	10103	13103	8	104.82
190		15	T85	T85-2	16	3200	3000	10103	13103	8	104.82
191	T85-3			16	3200	3000		3000	8	24.00	
192	T86-1			16	3200	3000	10103	13103	8	104.82	
193	T86		T86-2	16	3200	3000	10103	13103	8	104.82	
194			T86-3	16	3200	3000		3000	8	24.00	
195			T87-1	16	3200	3000	10103	13103	8	104.82	
196			T87-2	16	3200	3000	10103	13103	8	104.82	
197	T87	T87-3	16	3200	3000		3000	8	24.00		
198		T88-1	16	3200	3000	10103	13103	8	104.82		
199		T88-2	16	3200	3000		3000	8	24.00		
200	T89	T89-1	16	3200	3000	10103	13103	8	104.82		
201		T89-2	16	3200	3000		3000	8	24.00		
202		T90-1	16	3200	3000	10103	13103	8	104.82		
203	TE	T90	T90-2	16	3200	3000	10103	13103	8	104.82	
204			T90-3	16	3200	3000	10103	13103	8	104.82	
205			T91	16	3200	3000		3000	8	24.00	
206	REDUCCION	T92	T92-1	16	3200	3000	10103	13103	8	104.82	
207			T92-2	16	3200	3000		3000	8	24.00	
208			T93-1	16	3200	3000	10103	13103	8	104.82	
209	YE	T93	T93-2	16	3200	3000		3000	8	24.00	
210			T94	16	3700	3000	11674	14674	8	117.39	
211			T94-1	16	3700	3000	11674	14674	8	117.39	
212		T95-1	T94-2	16	3700	3000		3000	8	24.00	
213			T95-1	16	3700	3000	11674	14674	8	117.39	
214			T97	16	3700	3000		3000	8	24.00	
215			T95-2	22	3700	3000	11693	14693	8	117.54	
216	T96	T96-1	22	3700	200	11693	11893	8	95.14		
217		T96-2	22	3700	3000		3000	8	24.00		
218		T96-3	22	3700	3000	11693	14693	8	117.54		
219		T96-4	22	3700	1821		1821	8	14.57		
Longitud total de soldadura examinados (metros)								1853			
Costo total de Ensayos UT realizado a la soldadura (\$)									14826.04		

## 7.2 COSTO DE ENSAYOS POR GAMMAGRAFIA INDUSTRIAL

METRADO DE SOLDADURA INSPECCIONADA POR GAMMAGRAFIA										
ITEM	N° TRAMO	TUBO	VIOLA	ESPESO R	DIAMETRO INTERIOR	LONG. SOLD. LONGITUDINAL	LONG. SOLD. CIRCUNFERENCIA L	N° DE PLACAS A TOMAR	COSTO DE RT POR PLACA	COSTO TOTAL MT(\$)
1	2	T01	T01	35	3200	3000		0	10	0.00
2		T02-1	T02-1	35	3200	2592		0	10	0.00
3		T02-2 /	T02-2	35	3200	2718	10190	2	10	20.00
4		T03-1	T03-1	35	3200	2592		0	10	0.00
5		T03-2	T03-2	35	3200	3000		0	10	0.00
6	3 Codo	T04	T04-1	35	3200	2787		0	10	0.00
7		T04	T04-2	35	3200	2592		0	10	0.00
8		T05	T05-1	35	3200	2592		0	10	0.00
9		T05	T05-2	35	3200	2592		0	10	0.00
10		T06	T06-1	35	3200	2592		0	10	0.00
11		T06	T06-2	35	3200	2592		0	10	0.00
12		T07	T07-1	35	3200	2787		0	10	0.00
13	4	T07	T07-2	34	3200	3000		0	10	0.00
14		T08	T08-1	34	3200	3000	10160	2	10	20.00
15		T08	T08-2	34	3200	3000		0	10	0.00
16		T09	T09-1	34	3200	3000	10160	2	10	20.00
17		T09	T09-2	34	3200	3000		0	10	0.00
18		T10	T10-1	34	3200	3000	10160	2	10	20.00
19		T10	T10-2	34	3200	3000		0	10	0.00
20		T11	T11-1	34	3200	3000	10160	2	10	20.00
21		T11	T11-2	34	3200	3000		0	10	0.00
22		T12	T12-1	34	3200	3000		0	10	0.00
23		T13	T13-1	34	3200	3000	10160	2	10	20.00
24	5	T13	T13-2	32	3200	3000		0	10	0.00
25		T14	T14-1	32	3200	3000	10153	2	10	20.00
26		T14	T14-2	32	3200	3000		0	10	0.00
27		T15	T15-1	32	3200	3000	10153	2	10	20.00
28		T15	T15-2	32	3200	3000		0	10	0.00
29		T16	T16-1	32	3200	3000	10153	2	10	20.00
30		T16	T16-2	32	3200	3000		0	10	0.00
31		T17	T17-1	32	3200	3000	10153	2	10	20.00
32		T17	T17-2	32	3200	3000		0	10	0.00
33		T18	T18-1	32	3200	3000	10153	2	10	20.00
34	T18	T18-2	32	3200	3000		0	10	0.00	
35	T19	T19-1	32	3200	3000		0	10	0.00	
36	T20	T20-1	32	3200	3000	10153	2	10	20.00	
37	6	T20	T20-2	30	3200	3000		0	10	0.00
38		T21	T21-1	30	3200	3000	10147	2	10	20.00
39		T21	T21-2	30	3200	3000		0	10	0.00
40		T22	T22-1	30	3200	3000	10147	2	10	20.00
41		T22	T22-2	30	3200	3000		0	10	0.00
42		T23	T23-1	30	3200	3000	10147	2	10	20.00
43		T23	T23-2	30	3200	3000		0	10	0.00
44		T24	T24-1	30	3200	3000	10147	2	10	20.00
45		T24	T24-2	30	3200	3000		0	10	0.00
46		T25	T25-1	30	3200	3000	10147	2	10	20.00
47		T25	T25-2	30	3200	3000		0	10	0.00
48		T26	T26-1	30	3200	3000	10147	2	10	20.00
49		T26	T26-2	30	3200	3000		0	10	0.00
50	T27	T27-1	30	3200	3000	10147	2	10	20.00	
51	7	T27	T27-2	28	3200	3000		0	10	0.00
52		T28	T28-1	28	3200	3000	10141	2	10	20.00
53		T28	T28-2	28	3200	3000		0	10	0.00
54		T29	T29-1	28	3200	3000	10141	2	10	20.00
55		T29	T29-2	28	3200	3000		0	10	0.00
56		T30	T30-1	28	3200	3000	10141	2	10	20.00
57		T30	T30-2	28	3200	3000		0	10	0.00
58		T31	T31-1	28	3200	3000	10141	2	10	20.00
59		T31	T31-2	28	3200	3000		0	10	0.00
60		T32	T32-1	28	3200	3000	10141	2	10	20.00
61	T32	T32-2	28	3200	3000		0	10	0.00	
62	T33	T33-1	28	3200	3000	10141	2	10	20.00	



ITEM	N° TRAMO	TUBO	VIROLA	ESPESO R	DIAMETRO INTERIOR	LONG. SOLD. LONGITUDINAL	LONG. SOLD. CIRCUNFERENCIA L	N° DE PLACAS A TOMAR	COSTO DE RT POR PLACA	COSTO TOTAL MT(\$)
63	8	T33	T33-2	26	3200	3000		0	10	0.00
64		T34	T34-1	26	3200	3000	10135	2	10	20.00
65			T34-2	26	3200	3000		0	10	0.00
66		T35	T35-1	26	3200	3000	10135	2	10	20.00
67			T35-2	26	3200	3000		0	10	0.00
68		T36	T36-1	26	3200	3000	10135	2	10	20.00
69			T36-2	26	3200	3000		0	10	0.00
70		T37	T37-1	26	3200	3000	10135	2	10	20.00
71			T37-2	26	3200	3000		0	10	0.00
72		T38	T38-1	26	3200	3000	10135	2	10	20.00
73			T38-2	26	3200	3000		0	10	0.00
74		T39	T39-1	26	3200	3000	10135	2	10	20.00
75			T39-2	24	3200	3000		0	10	0.00
76		9	T40	T40-1	24	3200	3000	10128.5	2	10
77	T40-2			24	3200	3000		0	10	0.00
78	T41		T41-1	24	3200	3000	10128.5	2	10	20.00
79			T41-2	24	3200	3000		0	10	0.00
80	T42		T42-1	24	3200	3000	10128.5	2	10	20.00
81			T42-2	24	3200	3000		0	10	0.00
82	T43		T43-1	24	3200	3000	10128.5	2	10	20.00
83			T43-2	24	3200	3000		0	10	0.00
84	T44		T44-1	24	3200	3000	10128.5	2	10	20.00
85			T44-2	24	3200	3000		0	10	0.00
86	T45		T45-1	24	3200	3000		0	10	0.00
87			T46-1	24	3200	3000	10128.5	2	10	20.00
88	T46		T46-2	22	3200	3000		0	10	0.00
89			T47	T47-1	22	3200	3000	10122	2	10
90	T47-2	22		3200	3000		0	10	0.00	
91	10	T48	T48-1	22	3200	3000	10122	2	10	20.00
92			T48-2	22	3200	3000		0	10	0.00
93		T49	T49-1	22	3200	3000	10122	2	10	20.00
94			T49-2	22	3200	3000		0	10	0.00
95		T50	T50-1	22	3200	3000	10122	2	10	20.00
96			T50-2	22	3200	3000		0	10	0.00
97		T51	T51-1	22	3200	3000	10122	2	10	20.00
98			T51-2	22	3200	3000		0	10	0.00
99		T52	T52-1	22	3200	3000		0	10	0.00
100		T53	T53-1	22	3200	3000	10122	2	10	20.00
101			T53-2	20	3200	3000		0	10	0.00
102		T54	T54-1	20	3200	3000	10116	2	10	20.00
103			T54-2	20	3200	3000		0	10	0.00
104		T55	T55-1	20	3200	3000	10116	2	10	20.00
105	T55-2		20	3200	3000		0	10	0.00	
106	T56	T56-1	20	3200	3000	10116	2	10	20.00	
107		T56-2	20	3200	3000	10116	2	10	20.00	
108	T56	T56-3	20	3200	3000		0	10	0.00	
109		T57	T57-1	20	3200	3000	10116	2	10	20.00
110	T57-2		20	3200	3000	10116	2	10	20.00	
111	T57	T57-3	20	3200	3000		0	10	0.00	
112		T58	T58-1	20	3200	3000	10116	2	10	20.00
113	T58-2		20	3200	3000	10116	2	10	20.00	
114	T58	T58-3	20	3200	3000		0	10	0.00	
115		T59	T59-1	20	3200	3000	10116	2	10	20.00
116	T59-2		20	3200	3000	10116	2	10	20.00	
117	T59	T59-3	20	3200	3000		0	10	0.00	
118		T60	T60-1	20	3200	3000	10116	2	10	20.00
119	T60-2		20	3200	3000	10116	2	10	20.00	
120	T60	T60-3	20	3200	3000		0	10	0.00	
121		T61	T61-1	20	3200	3000	10116	2	10	20.00
122	T61-2		20	3200	3000	10116	2	10	20.00	
123	T61	T61-3	20	3200	3000		0	10	0.00	
124		T62	T62-1	20	3200	3000	10116	2	10	20.00
125	T62-2		20	3200	3000	10116	2	10	20.00	
126	T62	T62-3	20	3200	3000		0	10	0.00	
127		T63	T63-1	20	3200	3000	10116	2	10	20.00
128	T63-2		20	3200	3000	10116	2	10	20.00	
129	T63	T63-3	20	3200	3000		0	10	0.00	
130		T64	T64-1	20	3200	3000	10116	2	10	20.00
131	T64-2		20	3200	3000	10116	2	10	20.00	
132	T64	T64-3	20	3200	3000		0	10	0.00	
133		T65	T65-1	20	3200	3000	10116	2	10	20.00
134	T65-2		20	3200	3000	10116	2	10	20.00	
135	T65	T65-3	20	3200	3000		0	10	0.00	
136		T66	T66-1	20	3200	3000	10116	2	10	20.00
137	T66-2		20	3200	3000	10116	2	10	20.00	
138	T66	T66-3	20	3200	3000		0	10	0.00	
139		T67	T67-1	20	3200	3000	10116	2	10	20.00
140	T67-2		20	3200	3000	10116	2	10	20.00	
141	T67	T67-3	20	3200	3000		0	10	0.00	
142		T68	T68-1	20	3200	3000	10116	2	10	20.00
143	T68-2		20	3200	3000	10116	2	10	20.00	

ITEM	N° TRAMO	TUBO	VIOLA	ESPESO R	DIAMETRO INTERIOR	LONG. SOLD. LONGITUDINAL	LONG. SOLD. CIRCUNFERENCIAL L	N° DE PLACAS A TOMAR	COSTO DE RT POR PLACA	COSTO TOTAL MT(\$)	
144	12	T68	T68-3	18	3200	3000		0	10	0,00	
145			T69-1	18	3200	3000	10109.5	2	10	20,00	
146			T69-2	18	3200	3000	10109.5	2	10	20,00	
147			T69-3	18	3200	3000		0	10	0,00	
148			T70-1	18	3200	3000	10109.5	2	10	20,00	
149			T70-2	18	3200	3000	10109.5	2	10	20,00	
150			T70-3	18	3200	3000		0	10	0,00	
151			T71-1	18	3200	3000	10109.5	2	10	20,00	
152			T71-2	18	3200	3000	10109.5	2	10	20,00	
153			T71-3	18	3200	3000		0	10	0,00	
154			T72-1	18	3200	3000	10109.5	2	10	20,00	
155			T72-2	18	3200	3000	10109.5	2	10	20,00	
156			T72-3	18	3200	3000		0	10	0,00	
157			T73-1	18	3200	3000	10109.5	2	10	20,00	
158			T73-2	18	3200	3000	10109.5	2	10	20,00	
159			T73-3	18	3200	3000		0	10	0,00	
160			T74-1	18	3200	3000	10109.5	2	10	20,00	
161			T74-2	18	3200	3000	10109.5	2	10	20,00	
162			T74-3	18	3200	3000		0	10	0,00	
163			T75-1	18	3200	3000	10109.5	2	10	20,00	
164			T75-2	18	3200	3000	10109.5	2	10	20,00	
165			T75-3	18	3200	3000		0	10	0,00	
166			T76-1	18	3200	3000	10109.5	2	10	20,00	
167			T76-2	18	3200	3000	10109.5	2	10	20,00	
168			T76-3	18	3200	3000		0	10	0,00	
169			T77-1	18	3200	3000	10109.5	2	10	20,00	
170			T77-2	18	3200	3000	10109.5	2	10	20,00	
171			T77-3	18	3200	3000		0	10	0,00	
172			T78-1	18	3200	3000	10109.5	2	10	20,00	
173			T78-2	18	3200	3000	10109.5	2	10	20,00	
174			T78-3	16	3200	3000		0	10	0,00	
175			T79-1	16	3200	3000	10103	2	10	20,00	
176	13	T79	T79-2	16	3200	3000	10103	2	10	20,00	
177			T79-3	16	3200	3000		0	10	0,00	
178			T80-1	16	3200	3000	10103	2	10	20,00	
179			T80-2	16	3200	3000		0	10	0,00	
180			T81-1	16	3200	3000	10103	2	10	20,00	
181			T81-2	16	3200	3000		0	10	0,00	
182			T82	16	3200	3000		0	10	0,00	
183		14 CODO SUPERIOR	T83	T83-1	16	3200	3000	10103	2	10	20,00
184			T83-2	16	3200	3000	10103	2	10	20,00	
185			T83-3	16	3200	3000		0	10	0,00	
186			T84-1	16	3200	3000	10103	2	10	20,00	
187			T84-2	16	3200	3000	10103	2	10	20,00	
188			T84-3	16	3200	3000		0	10	0,00	
189			T85-1	16	3200	3000	10103	2	10	20,00	
190			T85-2	16	3200	3000	10103	2	10	20,00	
191			T85-3	16	3200	3000		0	10	0,00	
192			T86-1	16	3200	3000	10103	2	10	20,00	
193			T86-2	16	3200	3000	10103	2	10	20,00	
194			T86-3	16	3200	3000		0	10	0,00	
195	15	T87	T87-1	16	3200	3000	10103	2	10	20,00	
196			T87-2	16	3200	3000	10103	2	10	20,00	
197			T87-3	16	3200	3000		0	10	0,00	
198			T88-1	16	3200	3000	10103	2	10	20,00	
199			T88-2	16	3200	3000		0	10	0,00	
200			T89-1	16	3200	3000	10103	2	10	20,00	
201	TE	T89	T89-2	16	3200	3000		0	10	0,00	
202			T90-1	16	3200	3000	10103	0	10	0,00	
203			T90-2	16	3200	3000	10103	0	10	0,00	
204			T90-3	16	3200	3000	10103	0	10	0,00	
205			T91	T91	16	3200	3000		0	10	0,00
206			T92-1	16	3200	3000	10103	2	10	20,00	
207	REDUCCION	T92	T92-2	16	3200	3000		0	10	0,00	
208			T93-1	16	3200	3000	10103	2	10	20,00	
209			T93-2	16	3200	3000		0	10	0,00	
210	YE	T94	T94-0	16	3700	3000	11674	2	10	20,00	
211			T94-1	16	3700	3000	11674	2	10	20,00	
212			T94-2	16	3700	3000		0	10	0,00	
213			T95-1	T95-1	16	3700	3000	11674	2	10	20,00
214			T97	T97	16	3700	3000		0	10	0,00
215			T95-2	T95-2	22	3700	3000	11693	2	10	20,00
216			T96-1	22	3700	200	11693	2	10	20,00	
217			T96-2	22	3700	3000		0	10	0,00	
218		T96-3	22	3700	3000	11693	2	10	20,00		
219		T96-4	22	3700	1821		0	10	0,00		

Numero de placas tomadas en los cruces de soldadura longitudinal con circunferencial.

230

Costo total de Ensayos RT realizado a la soldadura (\$)

2300,00



## 7.3 ENSAYOS POR PARTICULAS MAGNETICAS EN LOS BISELES

METRADO DE BISELES INSPECCIONADOS POR PARTICULAS MAGNETICAS											
ITEM	N° TRAMO	TUBO	VIOLA	ESPESO R	DIAMETRO INTERIOR	LONGITUD DE VIOLA(L)	DESARROLLO (D)	TOTAL LONGITUD A ENSAYAR (mm)	COSTO DE MT POR METRO(\$/mt)	COSTO TOTAL MT(\$)	
1	2	T01	T01	35	3200	3000	10163	26326	5	131,63	
2		T02-1	T02-1	35	3200	2592	10163	25510	5	127,55	
3		T02-2/	T02-2	35	3200	2718	10163	25762	5	128,81	
4		T03-1	T03-1	35	3200	2592	10163	25510	5	127,55	
5		T03-2	T03-2	35	3200	3000	10163	26326	5	131,63	
6	3 Codo	T04	T04-1	35	3200	2787	10163	25900	5	129,50	
7			T04-2	35	3200	2592	10163	25510	5	127,55	
8		T05	T05-1	35	3200	2592	10163	25510	5	127,55	
9			T05-2	35	3200	2592	10163	25510	5	127,55	
10			T06-1	35	3200	2592	10163	25510	5	127,55	
11		T06	T06-2	35	3200	2592	10163	25510	5	127,55	
12			T07-1	35	3200	2787	10163	25900	5	129,50	
13		4	T07	T07-2	34	3200	3000	10160	26320	6	131,60
14				T08-1	34	3200	3000	10160	26320	5	131,60
15			T08	T08-2	34	3200	3000	10160	26320	5	131,60
16	T09-1			34	3200	3000	10160	26320	5	131,60	
17	T09		T09-2	34	3200	3000	10160	26320	5	131,60	
18			T10-1	34	3200	3000	10160	26320	5	131,60	
19	T10		T10-2	34	3200	3000	10160	26320	5	131,60	
20			T11-1	34	3200	3000	10160	26320	5	131,60	
21	T11		T11-2	34	3200	3000	10160	26320	5	131,60	
22			T12-1	34	3200	3000	10160	26320	5	131,60	
23	T13		T13-1	34	3200	3000	10160	26320	5	131,60	
24			T13-2	32	3200	3000	10153	26306	5	131,53	
25	5		T14	T14-1	32	3200	3000	10153	26306	5	131,53
26		T14-2		32	3200	3000	10153	26306	5	131,53	
27		T15	T15-1	32	3200	3000	10153	26306	5	131,53	
28			T15-2	32	3200	3000	10153	26306	5	131,53	
29		T16	T16-1	32	3200	3000	10153	26306	5	131,53	
30			T16-2	32	3200	3000	10153	26306	5	131,53	
31			T17-1	32	3200	3000	10153	26306	5	131,53	
32		T17	T17-2	32	3200	3000	10153	26306	5	131,53	
33			T18-1	32	3200	3000	10153	26306	5	131,53	
34		T18	T18-2	32	3200	3000	10153	26306	5	131,53	
35			T19-1	32	3200	3000	10153	26306	5	131,53	
36		T20	T20-1	32	3200	3000	10153	26306	5	131,53	
37			T20-2	30	3200	3000	10147	26294	5	131,47	
38	T21	T21-1	30	3200	3000	10147	26294	5	131,47		
39		T21-2	30	3200	3000	10147	26294	5	131,47		
40	T22	T22-1	30	3200	3000	10147	26294	5	131,47		
41		T22-2	30	3200	3000	10147	26294	5	131,47		
42	T23	T23-1	30	3200	3000	10147	26294	5	131,47		
43		T23-2	30	3200	3000	10147	26294	5	131,47		
44	T24	T24-1	30	3200	3000	10147	26294	5	131,47		
45		T24-2	30	3200	3000	10147	26294	5	131,47		
46	T25	T25-1	30	3200	3000	10147	26294	5	131,47		
47		T25-2	30	3200	3000	10147	26294	5	131,47		
48	T26	T26-1	30	3200	3000	10147	26294	5	131,47		
49		T26-2	30	3200	3000	10147	26294	5	131,47		
50	T27	T27-1	30	3200	3000	10147	26294	5	131,47		
51		T27-2	28	3200	3000	10141	26282	5	131,41		
52	T28	T28-1	28	3200	3000	10141	26282	5	131,41		
53		T28-2	28	3200	3000	10141	26282	5	131,41		
54	T29	T29-1	28	3200	3000	10141	26282	5	131,41		
55		T29-2	28	3200	3000	10141	26282	5	131,41		
56	T30	T30-1	28	3200	3000	10141	26282	5	131,41		
57		T30-2	28	3200	3000	10141	26282	5	131,41		
58	T31	T31-1	28	3200	3000	10141	26282	5	131,41		
59		T31-2	28	3200	3000	10141	26282	5	131,41		
60	T32	T32-1	28	3200	3000	10141	26282	5	131,41		
61		T32-2	28	3200	3000	10141	26282	5	131,41		
62	T33	T33-1	28	3200	3000	10141	26282	5	131,41		

ITEM	N° TRAMO	TUBO	VIOLA	ESPESO R	DIAMETRO INTERIOR	LONGITUD DE VIOLA(L)	DESARROLLO (D)	TOTAL LONGITUD A ENSAYAR (mm)	COSTO DE MT POR METRO(\$/mt)	COSTO TOTAL MT(\$)
63	8	T33	T33-2	26	3200	3000	10135	26270	5	131.35
64		T34	T34-1	26	3200	3000	10135	26270	5	131.35
65		T34	T34-2	26	3200	3000	10135	26270	5	131.35
66		T35	T35-1	26	3200	3000	10135	26270	5	131.35
67		T35	T35-2	26	3200	3000	10135	26270	5	131.35
68		T36	T36-1	26	3200	3000	10135	26270	5	131.35
69		T36	T36-2	26	3200	3000	10135	26270	5	131.35
70		T37	T37-1	26	3200	3000	10135	26270	5	131.35
71		T37	T37-2	26	3200	3000	10135	26270	5	131.35
72		T38	T38-1	26	3200	3000	10135	26270	5	131.35
73		T38	T38-2	26	3200	3000	10135	26270	5	131.35
74		T39	T39-1	26	3200	3000	10135	26270	5	131.35
75		T39	T39-2	24	3200	3000	10128.5	26257	5	131.29
76		T40	T40-1	24	3200	3000	10128.5	26257	5	131.29
77	T40	T40-2	24	3200	3000	10128.5	26257	5	131.29	
78	9	T41	T41-1	24	3200	3000	10128.5	26257	5	131.29
79		T41	T41-2	24	3200	3000	10128.5	26257	5	131.29
80		T42	T42-1	24	3200	3000	10128.5	26257	5	131.29
81		T42	T42-2	24	3200	3000	10128.5	26257	5	131.29
82		T43	T43-1	24	3200	3000	10128.5	26257	5	131.29
83		T43	T43-2	24	3200	3000	10128.5	26257	5	131.29
84		T44	T44-1	24	3200	3000	10128.5	26257	5	131.29
85		T44	T44-2	24	3200	3000	10128.5	26257	5	131.29
86		T45	T45-1	24	3200	3000	10128.5	26257	5	131.29
87		T46	T46-1	24	3200	3000	10128.5	26257	5	131.29
88		T46	T46-2	22	3200	3000	10122	26244	5	131.22
89		T47	T47-1	22	3200	3000	10122	26244	5	131.22
90		T47	T47-2	22	3200	3000	10122	26244	5	131.22
91		10	T48	T48-1	22	3200	3000	10122	26244	5
92	T48		T48-2	22	3200	3000	10122	26244	5	131.22
93	T49		T49-1	22	3200	3000	10122	26244	5	131.22
94	T49		T49-2	22	3200	3000	10122	26244	5	131.22
95	T50		T50-1	22	3200	3000	10122	26244	5	131.22
96	T50		T50-2	22	3200	3000	10122	26244	5	131.22
97	T51		T51-1	22	3200	3000	10122	26244	5	131.22
98	T51		T51-2	22	3200	3000	10122	26244	5	131.22
99	T52		T52-1	22	3200	3000	10122	26244	5	131.22
100	T53		T53-1	22	3200	3000	10122	26244	5	131.22
101	T53		T53-2	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16
102	T54		T54-1	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16
103	T54		T54-2	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16
104	T55		T55-1	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16
105	T55	T55-2	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
106	T56	T56-1	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
107		T56-2	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
108		T56-3	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
109	T57	T57-1	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
110		T57-2	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
111		T57-3	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
112	T58	T58-1	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
113		T58-2	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
114		T58-3	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
115	T59	T59-1	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
116		T59-2	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
117		T59-3	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
118	T60	T60-1	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
119		T60-2	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
120		T60-3	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
121	T61	T61-1	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
122		T61-2	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
123		T61-3	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
124	T62	T62-1	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
125		T62-2	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
126		T62-3	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
127	T63	T63-1	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
128		T63-2	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
129		T63-3	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
130	T64	T64-1	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
131		T64-2	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
132		T64-3	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
133	T65	T65-1	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
134		T65-2	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
135		T65-3	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
136	T66	T66-1	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
137		T66-2	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
138		T66-3	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
139	T67	T67-1	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
140		T67-2	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
141		T67-3	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
142	T68	T68-1	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	
143		T68-2	20	3200	3000	10116	26232	5	131.16	



ITEM	N° TRAMO.	TUBO	VIOLA	ESPESO R	DIAMETRO INTERIOR	LONGITUD DE VIOLA(L)	DESARROLLO (D)	TOTAL LONGITUD A ENSAYAR (mm)	COSTO DE MT POR METRO(\$/mt)	COSTO TOTAL MT(\$)
144	12	T68	T68-3	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
145			T69-1	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
146		T69	T69-2	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
147			T69-3	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
148		T70	T70-1	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
149			T70-2	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
150			T70-3	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
151		T71	T71-1	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
152			T71-2	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
153			T71-3	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
154		T72	T72-1	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
155			T72-2	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
156			T72-3	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
157		T73	T73-1	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
158			T73-2	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
159			T73-3	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
160		T74	T74-1	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
161			T74-2	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
162			T74-3	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
163		T75	T75-1	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
164			T75-2	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
165			T75-3	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
166		T76	T76-1	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
167			T76-2	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
168			T76-3	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
169		T77	T77-1	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
170			T77-2	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
171			T77-3	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
172		T78	T78-1	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
173			T78-2	18	3200	3000	10109.5	26219	5	131.10
174			T78-3	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03
175		T79	T79-1	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03
176			T79-2	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03
177			T79-3	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03
178		T80	T80-1	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03
179			T80-2	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03
180			T81-1	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03
181		T81	T81-2	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03
182			T82	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03
183		T83	T83-1	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03
184			T83-2	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03
185			T83-3	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03
186	T84	T84-1	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03	
187		T84-2	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03	
188		T84-3	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03	
189	T85	T85-1	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03	
190		T85-2	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03	
191		T85-3	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03	
192	T86	T86-1	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03	
193		T86-2	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03	
194		T86-3	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03	
195	T87	T87-1	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03	
196		T87-2	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03	
197		T87-3	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03	
198	T88	T88-1	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03	
199		T88-2	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03	
200		T89-1	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03	
201	T89	T89-2	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03	
202		T90-1	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03	
203		T90-2	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03	
204	T90	T90-3	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03	
205		T91	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03	
206		T92-1	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03	
207	T92	T92-2	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03	
208		T93-1	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03	
209		T93-2	16	3200	3000	10103	26206	5	131.03	
210	T94	T94-0	16	3700	3000	11674	29348	5	146.74	
211		T94-1	16	3700	3000	11674	29348	5	146.74	
212		T94-2	16	3700	3000	11674	29348	5	146.74	
213	T95-1	T95-1	16	3700	3000	11674	29348	5	146.74	
214		T97	16	3700	3000	11674	29348	5	146.74	
215		T95-2	22	3700	3000	11693	29386	5	146.93	
216	T96	T96-1	22	3700	3000	11693	29386	5	146.93	
217		T96-2	22	3700	3000	11693	29386	5	146.93	
218		T96-3	22	3700	3000	11693	29386	5	146.93	
219	T96-4	22	3700	3000	11693	29386	5	146.93		
Longitud total de Bisetes examinados (metros)								5773		
Costo total de Ensayos MT realizado a los Bisetes (\$)										28865.84

## 7.4 ENSAYOS POR PARTICULAS MAGNETICAS EN ANILLOS DE REFUERZO

METRADO DE SOLDADURA FILETE DE ANILLOS INSPECCIONADA POR PARTICULAS MAGNETICAS										
ITEM	N° TRAMO	TUBO	VIOLA	ESPESO R	DIAMETRO INTERIOR	N° DE ANILLOS DE REFUERZO	LONGITUD SOLDADURA FILETE ANILLOS	TOTAL LONGITUD A ENSAYAR (mm)	COSTO DE UT POR METRO(\$/m)	COSTO TOTAL MT(\$)
1	2	T01	T01	35	3200	3	10273	61638	5	308.19
2		T02-1	T02-1	35	3200	3	10273	61638	5	308.19
3		T02-2	T02-2	35	3200	3	10273	61638	5	308.19
4		T03-1	T03-1	35	3200	3	10273	61638	5	308.19
5		T03-2	T03-2	35	3200	3	10273	61638	5	308.19
6	3 Codo	T04	T04-1	35	3200	3	10273	61638	5	308.19
7			T04-2	35	3200	3	10273	61638	5	308.19
8		T05	T05-1	35	3200	3	10273	61638	5	308.19
9			T05-2	35	3200	3	10273	61638	5	308.19
10			T06-1	35	3200	3	10273	61638	5	308.19
11		T06	T06-2	35	3200	3	10273	61638	5	308.19
12			T07-1	35	3200	3	10273	61638	5	308.19
13	4	T07	T07-2	34	3200	3	10267	61602	5	308.01
14			T08-1	34	3200	3	10267	61602	5	308.01
15		T08	T08-2	34	3200	3	10267	61602	5	308.01
16			T09-1	34	3200	3	10267	61602	5	308.01
17		T09	T09-2	34	3200	3	10267	61602	5	308.01
18			T10-1	34	3200	3	10267	61602	5	308.01
19		T10	T10-2	34	3200	3	10267	61602	5	308.01
20			T11-1	34	3200	3	10267	61602	5	308.01
21		T11	T11-2	34	3200	3	10267	61602	5	308.01
22			T12-1	34	3200	3	10267	61602	5	308.01
23		5	T13	T13-1	34	3200	3	10267	61602	5
24	T13-2			32	3200	3	10254	61524	5	307.62
25	T14		T14-1	32	3200	3	10254	61524	5	307.62
26			T14-2	32	3200	3	10254	61524	5	307.62
27	T15		T15-1	32	3200	3	10254	61524	5	307.62
28			T15-2	32	3200	3	10254	61524	5	307.62
29	T16		T16-1	32	3200	3	10254	61524	5	307.62
30			T16-2	32	3200	3	10254	61524	5	307.62
31	T17		T17-1	32	3200	3	10254	61524	5	307.62
32			T17-2	32	3200	3	10254	61524	5	307.62
33	T18		T18-1	32	3200	3	10254	61524	5	307.62
34		T18-2	32	3200	3	10254	61524	5	307.62	
35	6	T19	T19-1	32	3200	3	10254	61524	5	307.62
36			T20-1	32	3200	3	10254	61524	5	307.62
37		T20	T20-2	30	3200	3	10241	61446	5	307.23
38			T21-1	30	3200	3	10241	61446	5	307.23
39		T21	T21-2	30	3200	3	10241	61446	5	307.23
40			T22-1	30	3200	3	10241	61446	5	307.23
41		T22	T22-2	30	3200	3	10241	61446	5	307.23
42			T23-1	30	3200	3	10241	61446	5	307.23
43		T23	T23-2	30	3200	3	10241	61446	5	307.23
44			T24-1	30	3200	3	10241	61446	5	307.23
45		T24	T24-2	30	3200	3	10241	61446	5	307.23
46	T25-1		30	3200	3	10241	61446	5	307.23	
47	T25	T25-2	30	3200	3	10241	61446	5	307.23	
48		T26-1	30	3200	3	10241	61446	5	307.23	
49	T26	T26-2	30	3200	3	10241	61446	5	307.23	
50		T27-1	30	3200	3	10241	61446	5	307.23	
51	7	T27	T27-2	28	3200	3	10229	61374	5	306.87
52			T28-1	28	3200	3	10229	61374	5	306.87
53		T28	T28-2	28	3200	3	10229	61374	5	306.87
54			T29-1	28	3200	3	10229	61374	5	306.87
55		T29	T29-2	28	3200	3	10229	61374	5	306.87
56			T30-1	28	3200	3	10229	61374	5	306.87
57		T30	T30-2	28	3200	3	10229	61374	5	306.87
58			T31-1	28	3200	3	10229	61374	5	306.87
59		T31	T31-2	28	3200	3	10229	61374	5	306.87
60			T32-1	28	3200	3	10229	61374	5	306.87
61		T32	T32-2	28	3200	3	10229	61374	5	306.87
62	T33-1		28	3200	3	10229	61374	5	306.87	



ITEM	N° TRAMO	TUBO	VIROLA	ESPE- S O R	DIAMETRO INTERIOR	N° DE ANILLOS DE REFUERZO	LONGITUD SOLDADURA FILETE ANILLOS	TOTAL LONGITUD A ENSAYAR (mm)	COSTO DE UT POR METRO(\$/m)	COSTO TOTAL MT(\$)
63	8	T33	T33-2	26	3200	4	10216	81728	5	408.64
64		T34	T34-1	26	3200	4	10216	81728	5	408.64
65			T34-2	26	3200	4	10216	81728	5	408.64
66		T35	T35-1	26	3200	4	10216	81728	5	408.64
67			T35-2	26	3200	4	10216	81728	5	408.64
68		T36	T36-1	26	3200	4	10216	81728	5	408.64
69			T36-2	26	3200	4	10216	81728	5	408.64
70		T37	T37-1	26	3200	4	10216	81728	5	408.64
71			T37-2	26	3200	4	10216	81728	5	408.64
72		T38	T38-1	26	3200	4	10216	81728	5	408.64
73			T38-2	26	3200	4	10216	81728	5	408.64
74		T39	T39-1	26	3200	4	10216	81728	5	408.64
75			T39-2	24	3200	4	10204	81632	5	408.16
76		T40	T40-1	24	3200	4	10204	81632	5	408.16
77	T40-2		24	3200	4	10204	81632	5	408.16	
78	T41	T41-1	24	3200	4	10204	81632	5	408.16	
79		T41-2	24	3200	4	10204	81632	5	408.16	
80	T42	T42-1	24	3200	4	10204	81632	5	408.16	
81		T42-2	24	3200	4	10204	81632	5	408.16	
82	T43	T43-1	24	3200	4	10204	81632	5	408.16	
83		T43-2	24	3200	4	10204	81632	5	408.16	
84	T44	T44-1	24	3200	4	10204	81632	5	408.16	
85		T44-2	24	3200	4	10204	81632	5	408.16	
86	T45	T45-1	24	3200	4	10204	81632	5	408.16	
87		T45-2	24	3200	4	10204	81632	5	408.16	
88	T46	T46-1	22	3200	4	10191	81528	5	407.64	
89		T46-2	22	3200	4	10191	81528	5	407.64	
90	T47	T47-1	22	3200	4	10191	81528	5	407.64	
91		T47-2	22	3200	4	10191	81528	5	407.64	
92	T48	T48-1	22	3200	4	10191	81528	5	407.64	
93		T48-2	22	3200	4	10191	81528	5	407.64	
94	T49	T49-1	22	3200	4	10191	81528	5	407.64	
95		T49-2	22	3200	4	10191	81528	5	407.64	
96	T50	T50-1	22	3200	4	10191	81528	5	407.64	
97		T50-2	22	3200	4	10191	81528	5	407.64	
98	T51	T51-1	22	3200	4	10191	81528	5	407.64	
99		T51-2	22	3200	4	10191	81528	5	407.64	
100	T52	T52-1	22	3200	4	10191	81528	5	407.64	
101		T52-2	22	3200	4	10191	81528	5	407.64	
102	T53	T53-1	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
103		T53-2	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
104	T54	T54-1	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
105		T54-2	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
106	T55	T55-1	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
107		T55-2	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
108	T56	T56-1	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
109		T56-2	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
110	T57	T57-1	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
111		T57-2	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
112	T58	T58-1	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
113		T58-2	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
114	T59	T59-1	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
115		T59-2	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
116	T60	T60-1	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
117		T60-2	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
118	T61	T61-1	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
119		T61-2	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
120	T62	T62-1	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
121		T62-2	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
122	T63	T63-1	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
123		T63-2	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
124	T64	T64-1	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
125		T64-2	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
126	T65	T65-1	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
127		T65-2	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
128	T66	T66-1	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
129		T66-2	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
130	T67	T67-1	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
131		T67-2	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
132	T68	T68-1	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
133		T68-2	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
134	T69	T69-1	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
135		T69-2	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
136	T70	T70-1	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
137		T70-2	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
138	T71	T71-1	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
139		T71-2	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
140	T72	T72-1	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
141		T72-2	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
142	T73	T73-1	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	
143		T73-2	20	3200	4	10178.5	81428	5	407.14	

ITEM	N° TRAMO	TUBO	VIOLA	ESPESO R	DIAMETRO INTERIOR	N° DE ANILLOS DE REFUERZO	LONGITUD SOLDADURA FILETE ANILLOS	TOTAL LONGITUD A ENSAYAR (mm)	COSTO DE UT POR METRO(\$/m)	COSTO TOTAL MT(\$)	
144	12	T68	T68-3	18	3200	4	10166	81328	5	406.64	
145		T69	T69-1	18	3200	4	10166	81328	5	406.64	
146			T69-2	18	3200	4	10166	81328	5	406.64	
147			T69-3	18	3200	4	10166	81328	5	406.64	
148		T70	T70-1	18	3200	4	10166	81328	5	406.64	
149			T70-2	18	3200	4	10166	81328	5	406.64	
150			T70-3	18	3200	4	10166	81328	5	406.64	
151		T71	T71-1	18	3200	4	10166	81328	5	406.64	
152			T71-2	18	3200	4	10166	81328	5	406.64	
153			T71-3	18	3200	4	10166	81328	5	406.64	
154		12	T72	T72-1	18	3200	4	10166	81328	5	406.64
155				T72-2	18	3200	4	10166	81328	5	406.64
156				T72-3	18	3200	4	10166	81328	5	406.64
157			T73	T73-1	18	3200	4	10166	81328	5	406.64
158				T73-2	18	3200	4	10166	81328	5	406.64
159	T73-3			18	3200	4	10166	81328	5	406.64	
160	T74		T74-1	18	3200	4	10166	81328	5	406.64	
161			T74-2	18	3200	4	10166	81328	5	406.64	
162			T74-3	18	3200	4	10166	81328	5	406.64	
163	T75		T75-1	18	3200	4	10166	81328	5	406.64	
164			T75-2	18	3200	4	10166	81328	5	406.64	
165			T75-3	18	3200	4	10166	81328	5	406.64	
166	T76		T76-1	18	3200	4	10166	81328	5	406.64	
167			T76-2	18	3200	4	10166	81328	5	406.64	
168			T76-3	18	3200	4	10166	81328	5	406.64	
169	T77	T77-1	18	3200	4	10166	81328	5	406.64		
170		T77-2	18	3200	4	10166	81328	5	406.64		
171		T77-3	18	3200	4	10166	81328	5	406.64		
172	T78	T78-1	18	3200	4	10166	81328	5	406.64		
173		T78-2	18	3200	4	10166	81328	5	406.64		
174		T78-3	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
175	T79	T79-1	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
176		T79-2	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
177		T79-3	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
178	80	T80-1	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
179		T80-2	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
180		T80-3	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
181	81	T81-1	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
182		T81-2	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
183		T81-3	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
184	14 CODO SUPERIOR	T83	T83-1	16	3200	4	10154	81232	5	406.16	
185			T83-2	16	3200	4	10154	81232	5	406.16	
186			T83-3	16	3200	4	10154	81232	5	406.16	
187	T84	T84-1	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
188		T84-2	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
189		T84-3	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
190	T85	T85-1	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
191		T85-2	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
192		T85-3	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
193	T86	T86-1	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
194		T86-2	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
195		T86-3	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
196	T87	T87-1	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
197		T87-2	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
198		T87-3	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
199	T88	T88-1	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
200		T88-2	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
201		T88-3	16	3200	4	10154	81232	5	406.16		
202	TE	T90	T89-1	16	3200	4	10154	81232	5	406.16	
203			T89-2	16	3200	4	10154	81232	5	406.16	
204			T89-3	16	3200	4	10154	81232	5	406.16	
205	T91	T90-1	16	3200	2	10154	40616	5	203.08		
206		T90-2	16	3200	2	10154	40616	5	203.08		
207		T90-3	16	3200	2	10154	40616	5	203.08		
208	REDUCCION	T93	T91	16	3200	4	10154	81232	5	406.16	
209			T92-1	16	3200	4	10154	81232	5	406.16	
210			T92-2	16	3200	4	10154	81232	5	406.16	
211	YE	T94	T93-1	16	3200	4	10154	81232	5	406.16	
212			T93-2	16	3200	4	10154	81232	5	406.16	
213			T94-0	16	3700	4	11724	93792	5	468.96	
214	T95-1	T94-1	16	3700	4	11724	93792	5	468.96		
215		T94-2	16	3700	4	11724	93792	5	468.96		
216		T95-1	16	3700	4	11724	93792	5	468.96		
217	T96	T97	16	3700	4	11724	93792	5	468.96		
218		T95-2	22	3700	3	11762	70572	5	352.86		
219		T96-1	22	3700	2	11762	47048	5	235.24		
220	T96-2	T96-2	22	3700	3	11762	70572	5	352.86		
221		T96-3	22	3700	0	11762	0	5	0.00		
222		T96-4	22	3700	2	11762	47048	5	235.24		
<b>Longitud total de soldadura examinados (metros)</b>								<b>16364</b>			
<b>Costo total de Ensayos MT realizado a la soldadura filete (\$)</b>										<b>81817.93</b>	

**7.5 COSTO TOTAL DE ENSAYOS REALIZADOS EN EL PROCESO DE FABRICACION DE LAS TUBERIAS FORZADAS.**

<b>COSTO DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS REALIZADOS EN LA FABRICACION DE TUBERIA FORZADA</b>		
<b>Longitud total de soldadura examinados (metros)</b>	<b>1853</b>	
<b>Costo total de Ensayos UT realizado a la soldadura (\$)</b>		<b>14826,04</b>
<b>Longitud total de Biseles examinados (metros)</b>	<b>5773</b>	
<b>Costo total de Ensayos MT realizado a los Biseles (\$)</b>		<b>28865,84</b>
<b>Longitud total de soldadura filete examinada (metros)</b>	<b>16364</b>	
<b>Costo total de Ensayos MT realizado a la soldadura filete (\$)</b>		<b>81817,93</b>
<b>Numero de placas tomadas en los cruces de soldadura longitudinal con circunferencial.</b>	<b>230</b>	
<b>Costo total de Ensayos RT realizado a la soldadura (\$)</b>		<b>2300,00</b>
<b>COSTO TOTAL POR ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN LA FABRICACION DE TUBERIAS FORZADAS (\$)</b>		<b>127809,81</b>
<b>NOTA: EL COSTO DE LOS ENSAYOS NO INCLUYE IGV.</b>		

## CONCLUSIONES

1. Aplicando correctamente un Sistema de control de calidad en las empresas fabricantes de tuberías forzadas con material Sumiten 780S se obtiene un mejor Seguimiento y control de los procesos de fabricación y esto conlleva a menores reprocesos y mayor productividad.
2. Capacitar al personal operativo, supervisores de campo, ingenieros de proyectos, inspectores de calidad, gerente de proyecto antes del inicio del proyecto beneficia en hacer conocer los requerimientos de calidad, el código de fabricación, los procedimientos operativos, procedimientos de calidad y las consideraciones a tomar en cuenta durante el proceso productivo.
3. Tener los instrumentos y equipos de medición calibrados antes del proceso de fabricación garantiza la confianza de las mediciones en inspección dimensional, inspección de la soldadura, granallado y pintado.
4. Los metrados para costos de los ensayos no destructivos a la soldadura debe ser revisados minuciosamente, ya que para este proyecto que involucra 100% de ensayos en Partículas Magnéticas, 100% Ultrasonidos y Placas Gammagraficas a todos los cruces de soldadura, la pequeña variación de un costo unitario puede convertirse en un monto total considerable.



5. La aplicación de las herramientas de control de calidad en el proceso de fabricación ayudan a la labor de control y seguimiento de cada proceso, el cual se evidencia en los registros de calidad de los controles e inspecciones realizadas en las distintas etapas de fabricación asegurando con ello que el producto cumpla con los requerimientos de la Norma aplicable.
6. El Plan de calidad y PPI son herramientas fundamentales de Gestión dentro del “Sistema de control de Calidad” de las Empresas que fabrican Tuberías forzadas.
7. La definición del Plan de Calidad y PPI antes del inicio del proyecto nos da la ventaja de hacer una planificación total de los procesos de fabricación cumpliendo los requerimientos de la norma aplicable.
8. Del Pareto de Causas realizado en el presente proyecto del consolidado de No Conformidades (Ver Anexo 15) se concluye que la Medida Correctiva a realizar para la mejora es la Capacitación del personal involucrado en el proceso de fabricación de los procedimientos específicos de trabajo. Esto, porque en los procesos donde se detectaron las NC, la causa principal es por no realizar el trabajo de acuerdo a los procedimientos de trabajo del proyecto, es decir, desconocimiento o falta de concientización.

## RECOMENDACIONES

1. Es necesario que las fabricaciones de tuberías forzadas con material Sumiten 780S estén realizadas en base a una Norma internacional que garantice que el producto final va a cumplir con un alto grado de calidad.
2. Se debe contar con un área de Mantenimiento que vele por la operatividad de los equipos que se utilizaron en el proyecto y tener el Stock suficiente para prever cualquier percance, esto resulta beneficioso al proceso productivo y evita parar trabajos de Pre calentamiento y Post-calentamiento en el proceso de soldeo principalmente.
3. Se debe Considerar en el presupuesto el costo de Control de Calidad que implica tener la cantidad necesaria de inspectores de calidad con experiencia y con trato al personal para realizar las coordinaciones diarias de trabajo con los supervisores de producción y otros procesos, esto hace posible que el control en campo y la elaboración del Dossier de Calidad sea más efectiva, Hablar de calidad significa realizar una inversión para el proyecto.
4. Definiendo los procesos de soldadura antes del inicio del proyecto se puede prever los frentes de trabajo, dar un estimado del tiempo y costo adicional que involucra el

desarrollo de este proceso e iniciar con las calificaciones de procedimientos y de soldadores cumpliendo los requerimientos del código Asme sección IX.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. The American Society of Mechanical Engineers, Asme Boiler & Pressure Vessel Code Section V Nondestructive Examination, Edición 2007, New York.
2. The American Society of Mechanical Engineers, Asme Boiler & Pressure Vessel Code Section VIII Rules for Construction of Pressure Vessels, Edición 2005, New York.
3. The American Society of Mechanical Engineers, Asme Boiler & Pressure Vessel Code Section IX Welding and Brazing Qualifications, Edición 2007, New York.
4. The Society for Protective Coatings (SSPC), Paint Application Specification N°2(PA2), Edición 2004, Pittsburgh USA.
5. The Society for Protective Coatings (SSPC), Paint Application Specification N°1(PA1), Edición 2004, Pittsburgh USA.
6. The Society for Protective Coatings (SSPC), SP1, Edición 2004, Pittsburgh USA.
7. The Society for Protective Coatings (SSPC), SP2, Edición 2004, Pittsburgh USA.



8. The Society for Protective Coatings (SSPC), SP3, Edición 2004, Pittsburgh USA.
9. The Society for Protective Coatings (SSPC), SP10, Edición 2004, Pittsburgh USA.
10. The Society for Protective Coatings (SSPC), SP5, Edición 2004, Pittsburgh USA.
11. The Society for Protective Coatings (SSPC), SP11, Edición 2004, Pittsburgh USA.
12. The Society for Protective Coatings (SSPC), TECHNOLOGY UPDATE N° 4 (TU4), Edición 2004, Pittsburgh USA.
13. H. Takeuchi et al, The Sumitomo Search Qualifications, Edición 32 (1986), 8, Japon.
14. American Section of the International Association for Testing Materials (ASTM), ASTM D 4285 Standard Test Method for Indicating Oil or Water in Compressed Air, Edición 1999, USA.
15. American Section of the International Association for Testing Materials (ASTM), ASTM D 4417 Standard Test Method for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel, Edición 1999, USA.
16. American Section of the International Association for Testing Materials (ASTM), ASTM D 4541 Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coating Using


Portable Adhesion Testers”. Tipo 5 ISO 4624 “Paints and Varnishes – Pull off-test for Adhesion”, Edición 1999, USA.

17. Traducción Certificada de la Norma Internacional ISO 9000, Sistemas de Gestión de la Calidad – Fundamentos y Vocabulario, Edición 2005, Ginebra.

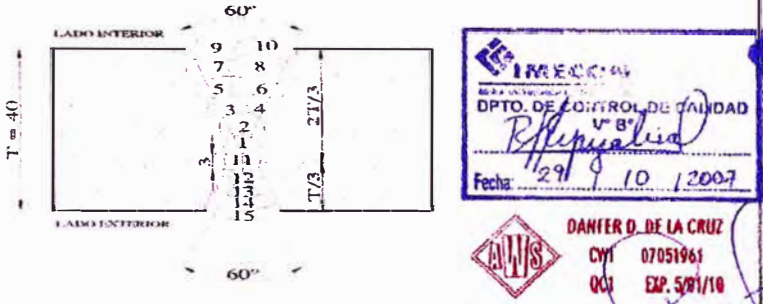
18. Norma Internacional ISO 9001, Sistemas de Gestión de la Calidad – Requisitos, Edición 2008, Ginebra.

**ANEXOS**

# ANEXO 1. REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)

	<b>REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)</b> (De acuerdo a ASME -Boiler and Pressure Vessel Code Sección IX-2006) <b>PQR N° :45</b>		FR-QAQC-M03-01	
			HOJA:	1 de 5
			EMISION:	1001/2005
			REVISION:	0

QW-482 – REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)																						
Nombre de la compañía:	IMECON S.A.	Por:	Ricardo Espinoza A.																			
PQR N°:	IMECON/PQR-45	Fecha:	26-10-2007																			
WPS N°:	IMECON/WPS-60	Rev.:	0																			
Proceso(s) de soldadura:	SAW	Tipo:	SEMI AUTOMATICO																			
<b>JUNTA (QW-402) Butt Joint - Double V Groove Weld</b>																						
																						
<b>METAL BASE (QW-403)</b> Especificación material <b>SUMITEN 780 S // SUMITEN 780 S</b> Tipo o grado <b>---</b> P - No. <b>---</b> a P - No. <b>---</b> Espesor del cupón de ensayo <b>40 mm.</b> Diámetro del cupón de ensayo <b>---</b> Otro <b>Acero no listado por ASME Sección IX -2006</b> <b>Solo califica al mismo acero no listado</b>		<b>TRATAMIENTO TERMICO POST-SOLDADURA (QW-407)</b> Temperatura <b>---</b> Tiempo <b>---</b> Otro <b>Post - heating a una temperatura entre 150° C - 200° C, por 2 horas para retirar el hidrógeno de la zona de soldadura.</b>																				
<b>METAL DE APORTE (QW-404)</b> Especificación SFA <b>5.23</b> Clasificación AWS <b>F11A6- EG</b> Metal de aporte F - No. <b>F6</b> Análisis de metal depositado A - No. <b>A12</b> Tamaño de metal de aporte: <b>3.25mm</b> Nombre Comercial <b>OP121TTW - OE-SD3 2.5 NiMoCr</b> Espesor de metal de soldadura <b>40.0 mm.</b>		<b>GAS (QW-408)</b> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3" style="text-align: center;">Composición Porcentual</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Gas(es)</th> <th style="text-align: center;">(Mezcla)</th> <th style="text-align: center;">Rateo de Flujo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Protección</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> <tr> <td>Amastre</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> <tr> <td>Respaldo</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> </tbody> </table>			Composición Porcentual			Gas(es)	(Mezcla)	Rateo de Flujo	Protección	---	---	---	Amastre	---	---	---	Respaldo	---	---	---
	Composición Porcentual																					
	Gas(es)	(Mezcla)	Rateo de Flujo																			
Protección	---	---	---																			
Amastre	---	---	---																			
Respaldo	---	---	---																			
<b>POSICION (QW-405)</b> Posición de ranura <b>PLANA</b> Progresión de soldadura (asc. desc) <b>---</b> Otro <b>---</b>		<b>CARACTERISTICAS ELECTRICAS (QW-409)</b> Corriente <b>VER TABLA # 1</b> Polaridad <b>VER TABLA # 1</b> Amperaje <b>VER TABLA # 1</b> Voltaje <b>VER TABLA # 1</b> Tamaño de electrodo de tungsteno: <b>---</b> Otro <b>---</b>																				
<b>PRECALENTAMIENTO (QW-406)</b> Temperatura de precalentamiento <b>110°C-120°C</b> Temperatura entre pases <b>150°C (max)</b>		<b>TECNICA (QW-410)</b> Velocidad de avance <b>VER TABLA # 1</b> Pasada recto u oscilante <b>RECTO</b> Oscilación <b>---</b> Pase simple o múltiple <b>MULTIPLE</b> Electrodo simple o múltiple <b>SIMPLE</b> Otro <b>Pases delgados (para reducir el calor aportado).</b>																				



**REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)**  
*(De acuerdo a ASME -Boiler and Pressure Vesel Code Sección IX-2006)*

**PQR N° :45**

FR-QAQC-M03-01

HOJA: 2 de 5

EMISION: 10/01/2005

REVISION: 0

**PARAMETROS DE SOLDADURA**

**TABLA # 1**

PASE	Proceso	Metal de Aporte		Corriente			Voltaje	Velocidad de Avance (mm / min)	Calor Aportado (KJ)	
		Electrodo	Ø (mm.)	Tipo y Polaridad	Amperaje					
1	SAW	F11A6-EG	3.25	DCEP	460	500	30	312.9	2.65	2.88
2	SAW	F11A6-EG	3.25	DCEP	460	500	30	335.2	2.65	2.68
3	SAW	F11A6-EG	3.25	DCEP	460	480	30	338.8	2.65	2.78
4	SAW	F11A6-EG	3.25	DCEP	460	480	30	359.5	2.65	2.76
5	SAW	F11A6-EG	3.25	DCEP	460	480	30	367.8	2.65	2.78
6	SAW	F11A6-EG	3.25	DCEP	460	480	30	347.8	2.65	2.76
7	SAW	F11A6-EG	3.25	DCEP	460	480	30	343.1	2.65	2.76
8	SAW	F11A6-EG	3.25	DCEP	460	480	30	336.0	2.61	2.72
9	SAW	F11A6-EG	3.25	DCEP	460	480	30	333.3	2.61	2.72
10	SAW	F11A6-EG	3.25	DCEP	460	480	30	328.5	2.65	2.76
11	SAW	F11A6-EG	3.25	DCEP	460	480	30	323.4	2.65	2.76
12	SAW	F11A6-EG	3.25	DCEP	460	480	30	316.3	2.65	2.76
13	SAW	F11A6-EG	3.25	DCEP	460	480	30	310.4	2.65	2.76
14	SAW	F11A6-EG	3.25	DCEP	460	480	30	349.8	2.65	2.76
15	SAW	F11A6-EG	3.25	DCEP	460	480	30	342.9	2.65	2.76



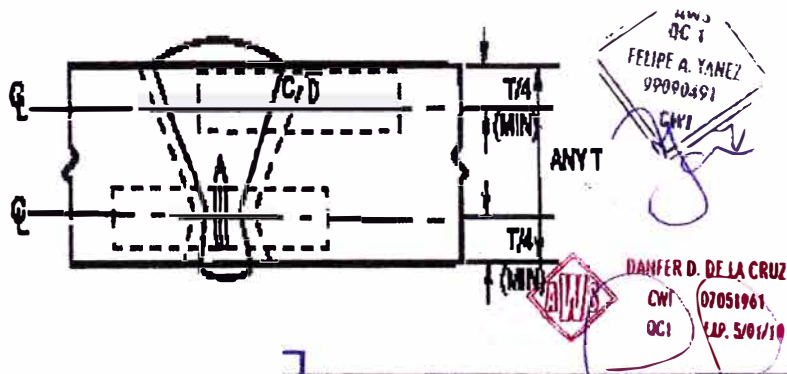
REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)  
 (De acuerdo a ASME -Boiler and Pressure Vessel Code Sección IX-2006)  
**PQR N° :45**

FR-QAQC-M03-01	
HOJA:	3 de 5
EMISION:	10/01/2005
REVISION:	0

**RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS Y DESTRUCTIVOS**

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS						
TECNICA	RESULTADO		REPORTE / REALIZADO			
	Conforme	No Conforme				
Inspección Visual VT	x	---	CWI-N°9989041 Felipe Yáñez Coz			
Partículas Magnéticas MT	x	---	QUALITES N°04-07 por Carlos Vilca Espinoza Nivel II SNT-TC-1A			
Radiografía RT	x	---	QUALITES N°10-07 por Carlos Vilca Espinoza Nivel II SNT-TC-1A			
Ultrasonido UT	x	---	QUALITES N°01-07 por Carlos Vilca Espinoza Nivel II SNT-TC-1A			
ENSAYOS DESTRUCTIVOS						
PRUEBA DE TRACCION realizado por: Laboratorio de Materiales de PUCP						Fecha: 23-10-2007
Especimen de Sección Reducida				Valor Requerido	Resistencia Mínima (MPa)	
					780 MPa	
MARCA DEL ESPÉCIMEN	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA ROTURA TOTAL (KN)	RESISTENCIA MÁX.(MPa)	TIPO DE FALLA Y UBICACIÓN
1A	19.90	15.9	316.2	258.9	819	Rompió en Línea de Fusión
1B	19.33	15.9	307.2	258.9	843	Rompió en Línea de Fusión
2A	19.50	15.2	297.2	244.9	824	Rompió en Metal de Aporte
2B	19.41	19.41	303.0	251.6	830	Rompió en la ZAC
ENSAYOS DE DOBLEZ GUIADO realizado por: Laboratorio de Ensayos Mecánicos EXSA						FECHA: 23-10-2007
Especimen de 40mm. x 10mm. x 250mm.				Diámetro de la Giga 63.5mm		
MARCA DEL ESPÉCIMEN	ESPECIMEN		DIRECCION DE DOBLEZ	RESULTADO		
	TRANSVERSAL	LONGITUDINAL				
DL-1	X	---	LADO	ACEPTABLE		
DL-2	X	---	LADO	ACEPTABLE		
DL-3	X	---	LADO	ACEPTABLE		
DL-4	X	---	LADO	ACEPTABLE		
ENSAYO DE IMPACTO realizado por: Laboratorio de Materiales de PUCP						Fecha: 23-10-2007
Especimen de 10mm. x 10mm. x 55mm.						
ESPECIMEN	T (°C)	ENERGIA ABSORBIDA JOULES		VALOR REQUERIDO JOULES	INDIVIDUAL	PROMEDIO
		Individual	Promedio		43	61
MA-1	-20°C	120	102.7	181.7	EXPANSION LATERAL	RESULTADO
MA-2	-20°C	90			1.49	Aceptable
MA-3	-20°C	98			1.16	Aceptable
ZAC-1	-20°C	193	181.7	1.17	1.97	Aceptable
ZAC-2	-20°C	159			1.54	Aceptable
ZAC-3	-20°C	183			1.80	Aceptable

**ESQUEMA DE UBICACIÓN DE PROBETAS PARA IMPACTO**





**REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)***(De acuerdo a ASME -Boiler and Pressure Vesel Code Sección IX-2006)***PQR N° :45**

FR-QAQC-M03-01

HOJA: 4 de 5

EMISION: 10/01/2005

REVISION: 0

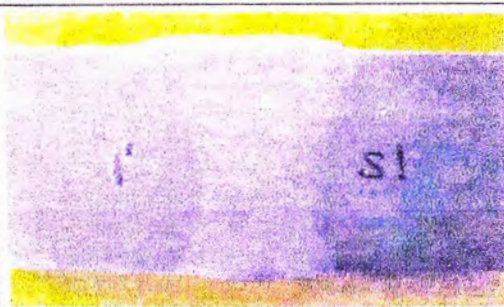
ENSAYO DE DUREZA realizado por: Laboratorio de Materiales de PUCP	FECHA: 23.10.2007
---	-------------------

Tipo : Vínckers HV10		Máximo Valor Aceptable : 400 HV	
PUNTOS DE DUREZA EVALUADOS	UBICACIÓN	VALORES OBTENIDOS	
	Muestra S1 - L1 Línea Superior	279, 282, 232, 323, 252, 254, 236, 251, 273, 272, 225, 281, 284	
	Muestra S1 - L2 Línea Central	293, 296, 243, 261, 303, 270, 265, 265, 298, 285, 244, 286, 300	
	Muestra S1 - L3 Línea Inferior	276, 282, 221, 313, 313, 266, 283, 268, 314, 265, 212, 280, 285	
	Muestra S2 - L1 Línea Superior	323, 300, 286, 339, 263, 296, 275, 275, 336, 286, 255, 314, 304	
	Muestra S2 - L2 Línea Central	296, 302, 273, 246, 303, 276, 286, 273, 271, 266, 256, 292, 286	
	Muestra S2 - L3 Línea Inferior	291, 291, 284, 318, 264, 279, 299, 297, 251, 327, 297, 294, 291	

ENSAYO MACROGRAFICO realizado por: Laboratorio de Materiales de PUCP.	FECHA: 23.10.2007
---	-------------------

Agente de ataque : Nital 10%	Magnificación: 10x
------------------------------	--------------------

ESPECIMEN N°1: TRASVERSAL A LA SOLDADURA	ESPECIMEN N°2: TRASVERSAL A LA SOLDADURA
--	--



RESULTADO: ACEPTABLE	RESULTADO: ACEPTABLE
----------------------	----------------------


OTROS ENSAYOS _____	
---------------------	--

NOMBRE DE SOLDADOR: Jose Francisco Cerveras Castro	ESTAMPA No S-259
--	------------------

- LISTA DE DOCUMENTOS REFERENCIALES:**
- > Reporte de Partículas Magnéticas: N° 04-07, por Qualities Internacional Service S.A.C
  - > Reporte Radiográfico: N° 10-07, por Qualities Internacional Service S.A.C
  - > Reporte de Ultrasonido: N° 01-07, por Qualities Internacional Service S.A.C
  - > Reporte de Ensayo de Tracción: N° MAT-OCT-0676/2007, por Laboratorio de Materiales PUCP.
  - > Reporte de Ensayo de Dobleces: N° CTSOL-D0140-2007, por Laboratorio de Ensayos Mecánicos EXSA.
  - > Reporte de Ensayo de Impacto: MAT-OCT-0649/2007, por Laboratorio de Materiales PUCP.
  - > Reporte de Ensayo de Dureza: MAT-OCT-0649/2007, por Laboratorio de Materiales PUCP.
  - > Reporte de Ensayo de Macrografico: MAT-OCT-0649/2007, por Laboratorio de Materiales PUCP.

Nosotros certificamos que los datos en este registro son correctos y que las probetas fueron preparados, soldados y ensayados de acuerdo con los requerimiento de la Sección IX del Código ASME-2006

 <b>V°B° SUPERVISOR IMECON S.A.</b>	 <b>DPTO. DE CONTROL DE CALIDAD</b> <b>V°B° INGL. DE IMECON S.A.</b> Fecha: 29/10/2007	 <b>DANFER D. DE LA CRUZ</b> CWI 07051961 OCT EXP. 5/01/10 <b>V°B° SUPERVISIÓN</b>
--	---	--

	<b>REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)</b> (De acuerdo a ASME –Boiler and Pressure Vesel Code Sección IX-2006) <b>PQR N° :45</b>	FR-QAQC-M03-01	
		HOJA:	6 de 6
		EMISION:	10/01/2005
		REVISION:	0

**CRITERIO DE ACEPTACION: (Vea ASME Sección IX QW-183)**  
 a) Inspección Visual de la sección transversal de la soldadura y la zona afectada por el calor debe mostrar fusión completa y libre de fisuras.  
 b) Diferencia entre piernas del filete no mayor que 3 mm.

**TAMAÑO DE FILETE REQUERIDO:** 10mm (min )

**NOMBRE DE SOLDADOR:** José Francisco Coveñas Castro      **ESTAMPA No:** S-259

Este reporte se aplica para soportar al WPS:IMECON/WPS-67, solamente con tamaño de filete de soldadura no menor a 10 mm.

Nosotros certificamos que los datos en este registro son correctos y que las probetas fueron preparados, soldados y ensayados de acuerdo con los requerimiento de la Sección IX del Código ASME-2006

 QC FELIPE A. YANEZ 99890491 CW	 <b>IMECON</b> DPTO. DE CONTROL DE CALIDAD Fecha: 7/25/11/2007	
<b>V°B° SUPERVISOR IMECON S.A.</b>	<b>V°B° ING. QC IMECON S.A.</b>	<b>V°B° SUPERVISIÓN</b>



## ANEXO 2. ENSAYO DE DOBLES PARA EL PQR

<b>Soldexsa</b>	INFORME TECNICO	Identificacion
		CTSOL-D0140-2007
	ENSAYO DE DOBLEZ	Fecha
		23/10/2007

CLIENTE: IMECON  
LUGAR DE PRUEBA: CTESOL - SOLDEXSA  
SUPERVISADO POR: ING JORGE MERZTHAL T.  
FECHA DE ENSAYO: 23-10-07  
MUESTRA: 04 PROBETAS DOBLEZ LADO

### DIMENSIONES DE LAS PROBETAS

Medidas en milímetros

PROBETA	ANCHO	ESPESOR	LONGITUD
DL-1	40	10	250
DL-2	40	10	250
DL-3	40	10	250
DL-4	40	10	250

### RESULTADOS DE LA PRUEBA:

PROBETA	CARA	RAIZ	LADO	DISCONTINUIDAD
DL-1			C	NINGUNA
DL-2			C	NINGUNA
DL-3			C	NINGUNA
DL-4			C	NINGUNA

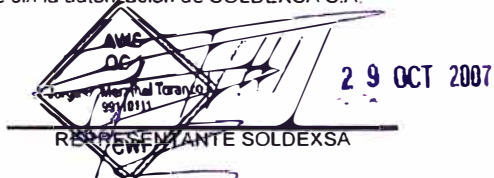
CONFORME : C

NO CONFORME : NC

### OBSERVACIONES:

1. Norma Aplicada en el ensayo : ASME SECCION VIII
2. Diametro del punzon (mm) / separacion de los rodillos (mm) : 63.5 // 85.8
3. Material Base : SUMITEN 780S
4. La(s) muestra(s) ensayada(s) fue(ron) entregada(s) por : IMECON
5. De acuerdo al cliente estas muestras pertenecen a los ensayos de dobles requeridos para PQR - 45

\*Prohibida la reproduccion total o parcial de este informe sin la autorizacion de SOLDEXSA S.A.



# ANEXO 3. ENSAYO DE TRACCIÓN PARA EL PQR

## LABORATORIO DE MATERIALES

Departamento de Ingeniería  
Sección Ingeniería Mecánica



90  
AÑOS

PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DEL PERÚ

CON SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025

MAT-OCT-0676/2007

### ENSAYO DE TRACCIÓN

#### INFORME DE LABORATORIO

MAT-Lab-4.04

Número Total de Páginas: 6

SOLICITADO POR : EXSA S.A.

DIRECCIÓN : Antigua Panamericana Sur Km. 38.5 - Lurín.

REALIZADO POR : Laboratorio de Materiales - Analista 06.

MUESTRA : Probetas soldadas de acero.

FECHA : 2007.10.23.

#### RESULTADOS:

MUESTRA		1A	1B
SECCIÓN TRANSVERSAL (a x b)	a (mm)	19.90	19.33
	b (mm)	15.9	15.9
	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	316.2	307.2
CARGAS (kN)	FLUENCIA	---	---
	MÁXIMA	258.9	258.9
TENSIONES (MPa)	FLUENCIA	---	---
	MÁXIMA	819	843
LONGITUD ENTRE MARCAS (mm)		---	---
ALARGAMIENTO ENTRE MARCAS (mm)		---	---
ALARGAMIENTO (%)		---	---

Fecha de Ejecución: 2007.10.23.

#### OBSERVACIONES:

- . Condición de las muestras: Visualmente en buen estado.
- . Las muestras ensayadas fueron proporcionadas por el solicitante.
- . Norma de referencia: ASME IX - 2004.
- . Las muestras 1A y 1B rompieron en la Línea de Fusión.
- . Temperatura ambiente durante el ensayo: 21,3 °C.
- . Material Base: SUMITEN 780S; Espesor: 40 mm; Posición: 1G; Proceso: SAW.
- . IMECON PQR - 45 / IMECON WPS - 60.

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales  
Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado  
del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

1 de 6

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Ingeniería Mecánica

**LABORATORIO DE MATERIALES**Departamento de Ingeniería  
Sección Ingeniería Mecánica**90**  
AÑOS**PONTIFICIA**  
**UNIVERSIDAD**  
**CATÓLICA**  
DEL PERÚ**CON SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025**

MAT-OCT-0676/2007

**ENSAYO DE TRACCIÓN****INFORME DE LABORATORIO**

MAT-Lab-4.04

Número Total de Páginas: 6

**SOLICITADO POR** : EXSA S.A.**DIRECCIÓN** : Antigua Panamericana Sur Km. 38.5 - Lurín.**REALIZADO POR** : Laboratorio de Materiales - Analista 06.**MUESTRA** : Probetas soldadas de acero.**FECHA** : 2007.10.23.**RESULTADOS:**

MUESTRA		2A	2B
SECCIÓN TRANSVERSAL (a x b)	a (mm)	19.50	19.41
	b (mm)	15.2	15.6
	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	297.2	303.0
CARGAS (kN)	FLUENCIA	---	---
	MÁXIMA	244.9	251.6
TENSIONES (MPa)	FLUENCIA	---	---
	MÁXIMA	824	830
LONGITUD ENTRE MARCAS (mm)		---	---
ALARGAMIENTO ENTRE MARCAS (mm)		---	---
ALARGAMIENTO (%)		---	---

Fecha de Ejecución: 2007.10.23.

**OBSERVACIONES:**

- . Condición de las muestras: Visualmente en buen estado.
- . Las muestras ensayadas fueron proporcionadas por el solicitante.
- . Norma de referencia: ASME IX - 2004.
- . Las muestras 2A rompió en el Metal de Aporte y 2B en la Zona Afectada.
- . Temperatura ambiente durante el ensayo: 21,3 °C.
- . Material Base: SUMITEN 780S; Espesor: 40 mm; Posición: 1G; Proceso: SAW.
- . IMECON PQR - 45 / IMECON WPS - 60.

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas

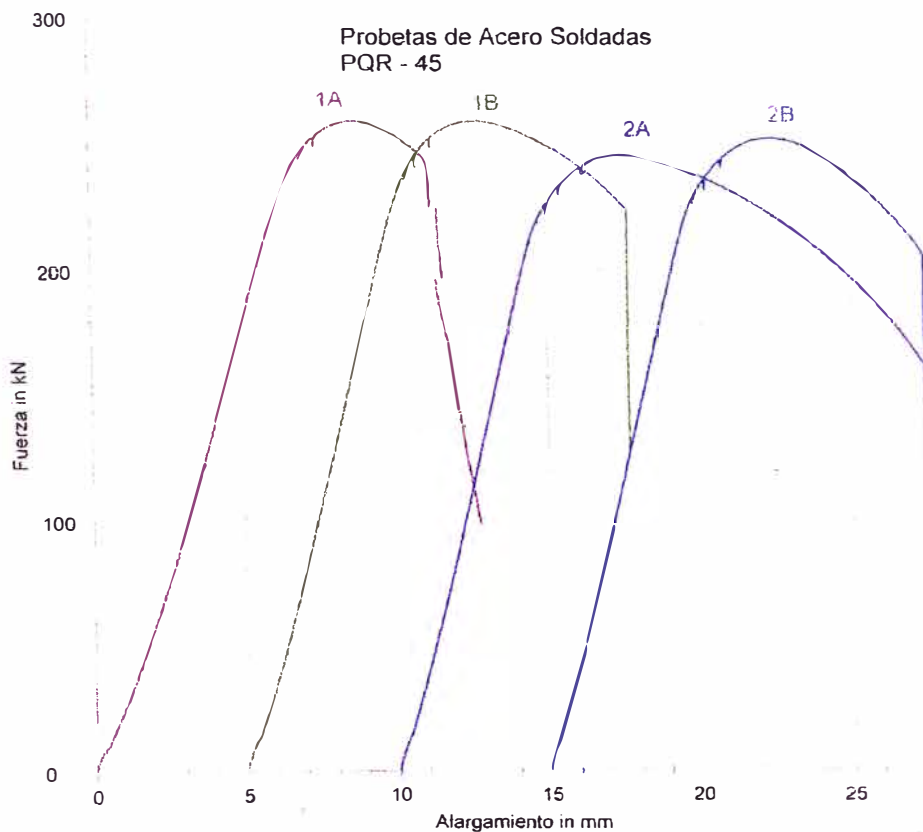
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales  
Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

2 de 6

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Sección Ingeniería y Mecánica



MAT-OCT-0676/2007



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Departamento de Ingeniería Mecánica

MSc. Ing. ROBERTO LAZARTE GANERO CIP 17458  
Jefe de Laboratorio de Materiales

3 de 6



## ANEXO 4. ENSAYO DE IMPACTO (CHARPY)

### LABORATORIO DE MATERIALES

Departamento de Ingeniería  
Sección Ingeniería Mecánica



90  
AÑOS

PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DEL PERÚ

CON SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025

MAT-OCT-0649/2007

### ENSAYO DE IMPACTO

#### INFORME DE LABORATORIO

MAT-Lab-4.04

Número Total de Páginas: 14

**SOLICITADO POR** : IMECON S.A.  
**DIRECCIÓN** : Av. Maquinarias 2977 - Lima.  
**REALIZADO POR** : Laboratorio de Materiales – Analista 07.  
**TIPO DE ENSAYO** : CHARPY.  
**MUESTRA** : Probetas de acero soldadas (proceso SAW).  
**FECHA** : 2007.10.23.

#### RESULTADOS:

MUESTRA	TEMPERATURA DE ENSAYO (°C)	ENERGÍA ABSORBIDA (JOULE)	EXPANSIÓN LATERAL (mm)
MA 1	-20	120	1,49
MA 2	-20	90	1,16
MA 3	-20	98	1,17
ZAC 1	-20	193	1,97
ZAC 2	-20	159	1,54
ZAC 3	-20	193	1,80

Fecha de Ejecución: 2007.10.19.

#### OBSERVACIONES:

- Condición de las muestras: Visualmente en buen estado.
- Las muestras ensayadas fueron proporcionadas por el solicitante.
- Norma de Ensayo: ASTM E23 – 07.
- Código de referencia: ASME VIII: 2004.
- IMECON/WPS-60.
- IMECON/PQR-45.
- Material: SUMITEN 780S
- Posición de prueba: 1G.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Sección Ingeniería Mecánica

  
MSc. Ing. ROBERTO LAZARTE GAMERO CIP 13458  
Jefe de Laboratorio de Materiales

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales.  
Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

1 de 14

## ANEXO 5. ENSAYO MACROGRAFICO

### LABORATORIO DE MATERIALES

Departamento de Ingeniería  
Sección Ingeniería Mecánica



90  
AÑOS

PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DEL PERÚ

CON SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025

MAT-OCT-0649/2007

### ANÁLISIS MACROGRÁFICO

#### INFORME DE LABORATORIO

MAT-Lab-4.04

Número Total de Páginas: 14

SOLICITADO POR : IMECON S.A.

DIRECCIÓN : Av. Maquinarias 2977 - Lima.

REALIZADO POR : Laboratorio de Materiales - Analista 07.

MUESTRA : Probetas de acero soldadas (proceso SAW).

FECHA : 2007.10.23.

#### ZONA ANALIZADA:

- Sección : Transversal a la soldadura.
- Preparación : Mecánica.
- Ataque Químico : Nital al 10%.

#### OBSERVACIÓN METALOGRAFICA:

- Aumentos : 10X
- Macroestructura : Soldadura a tope con canal de penetración completa.
- Material : Acero al carbono soldado.
- Discontinuidades : Sólo no relevantes.

#### OBSERVACIONES:

- Condición de la muestra: Visualmente en buen estado.
- La muestra analizada fue proporcionada por el solicitante.
- Fotos N° 1 y 2 corresponden a dos secciones transversales de la muestra.
- Código de referencia: ASME IX: 2004.
- IMECON/WPS-60.
- IMECON/PQR-45
- Material: SUMITEN 780S.
- Posición de prueba: 1G.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Sección Ingeniería Mecánica

  
ING. ROSBERTO GAZTE JAMERICO 11004  
Laboratorio de Materiales

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales.  
Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

2 de 14

# LABORATORIO DE MATERIALES

Departamento de Ingeniería  
Sección Ingeniería Mecánica



90  
AÑOS

PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DEL PERÚ

CON SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025

MAT-OCT-0649/2007

FOTOMACROGRAFÍA N° 1

AUMENTOS: 2X



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Sección Ingeniería Mecánica

MSc. Ing. ROBERTO LAZARTE GAMERO CIP 10177  
Jefe del Laboratorio de Materiales

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas  
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales  
Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

3 de 14



**LABORATORIO DE MATERIALES**

Departamento de Ingeniería  
Sección Ingeniería Mecánica



**90**  
AÑOS

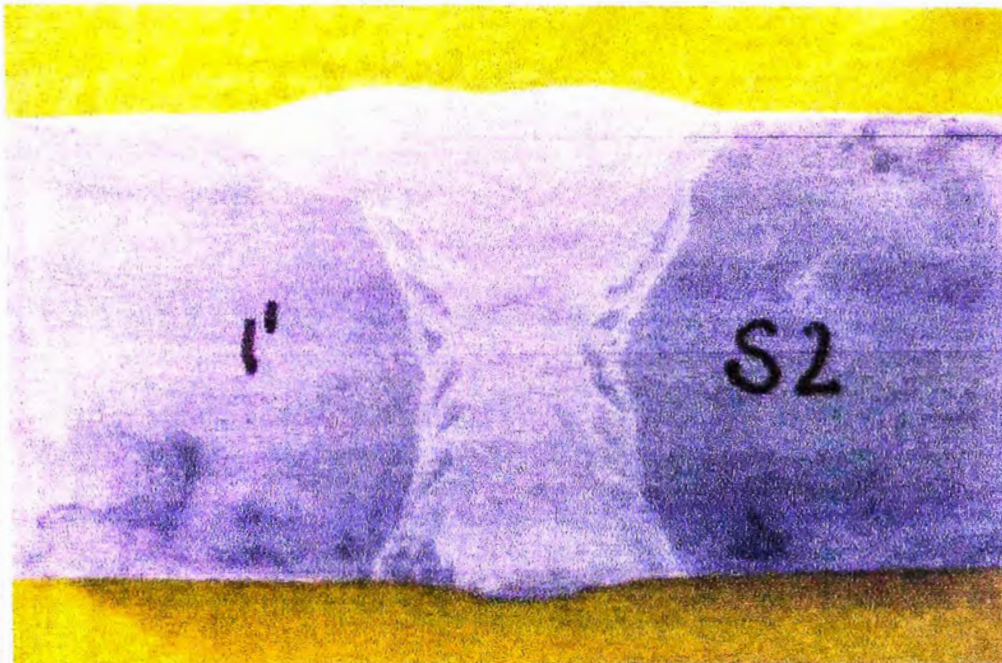
PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DEL PERÚ

**CON SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025**

**MAT-OCT-0649/2007**

**FOTOMACROGRAFÍA N° 2**

**AUMENTOS: 2X**



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Sección Ingeniería Mecánica

Ing. Residente en el Laboratorio de Materiales  
Sección Ingeniería Mecánica

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas  
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales  
Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

4 de 14



# ANEXO 6. ENSAYOS DE DUREZA REALIZADOS PARA EL PQR

## LABORATORIO DE MATERIALES

Departamento de Ingeniería  
Sección Ingeniería Mecánica



90  
AÑOS

PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DEL PERÚ

CON SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD SEGÚN NTP ISO/IEC 17025

MAT-OCT-0649/2007

### ENSAYO DE DUREZA

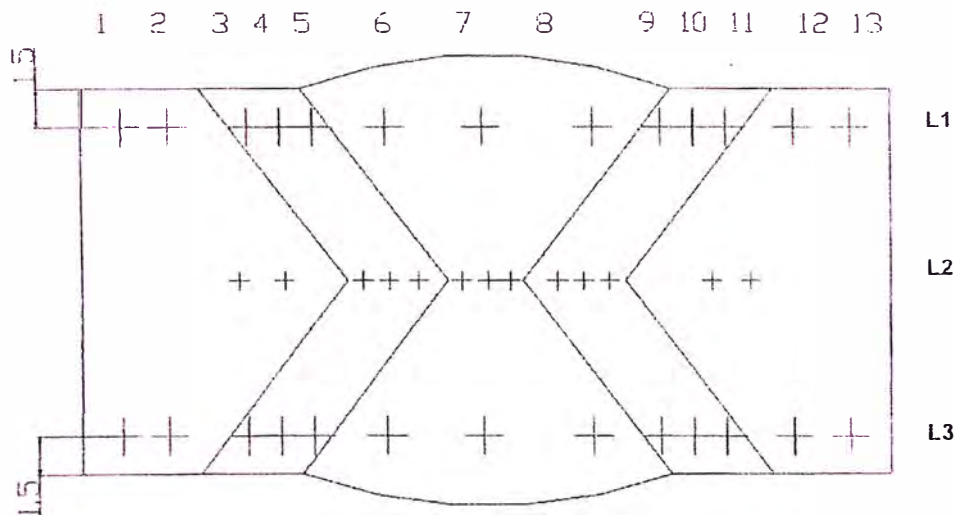
#### INFORME DE LABORATORIO

MAT-Lab-4.04

Número Total de Páginas: 14

**SOLICITADO POR** : IMECON S.A.  
**DIRECCIÓN** : Av. Maquinarias 2977 - Lima.  
**REALIZADO POR** : Laboratorio de Materiales – Analista 09.  
**TIPO DE ENSAYO** : VICKERS.  
**MUESTRA** : MUESTRA SOLDADA 1 - S1.  
**FECHA** : 2007.10.23.

#### PUNTOS DE DUREZA EVALUADOS:



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Sección Ingeniería Mecánica

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.  
 Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales.  
 Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

5 de 14



**ENSAYO DE DUREZA**

**INFORME DE LABORATORIO**

MAT-Lab-4.04

Número Total de Páginas: 14

**RESULTADOS:**

LINEA 1	DIMENSIONES DE LA HUELLA ( $\mu\text{m}$ )			DUREZA HV10	OBSERVACIONES
	$d_1$	$d_2$	$d_{\text{prom}}$		
1	260	256	258.0	279	---
2	254	259	256.5	282	---
3	279	286	282.5	232	---
4	241	238	239.5	323	---
5	270	273	271.5	252	---
6	269	271	270.0	254	---
7	280	281	280.5	236	---
8	269	275	272.0	251	---
9	258	263	260.5	273	---
10	260	262	261.0	272	---
11	284	290	287.0	225	---
12	255	259	257.0	281	---
13	253	258	255.5	284	---

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Sección Ingeniería Mecánica

  
MSc. Ing. ROBERTO LAZARTE GAMERO CIP 13358  
Jefe de Laboratorio de Materiales

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales.  
Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



**ENSAYO DE DUREZA**

**INFORME DE LABORATORIO**

MAT-Lab-4.04

Número Total de Páginas: 14

**RESULTADOS:**

LINEA 2	DIMENSIONES DE LA HUELLA ( $\mu\text{m}$ )			DUREZA HV10	OBSERVACIONES
	$d_1$	$d_2$	$d_{prom}$		
1	251	252	251.5	293	---
2	247	254	250.5	296	---
3	275	277	276.0	243	---
4	265	268	266.5	261	---
5	245	250	247.5	303	---
6	262	262	262.0	270	---
7	264	265	264.5	265	---
8	265	264	264.5	265	---
9	246	253	249.5	298	---
10	256	254	255.0	285	---
11	273	278	275.5	244	---
12	253	256	254.5	286	---
13	250	247	248.5	300	---

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU  
Sección Ingeniería Mecánica

  
MSc. Ing. ROBERTO LAZARTE CAMERO CIP 17958  
Jefe de Laboratorio de Materiales

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales.

Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.





**ENSAYO DE DUREZA**

**INFORME DE LABORATORIO**

MAT-Lab-4.04

Número Total de Páginas: 14

**RESULTADOS:**

LINEA 3	DIMENSIONES DE LA HUELLA ( $\mu\text{m}$ )			DUREZA HV10	OBSERVACIONES
	$d_1$	$d_2$	$d_{\text{prom}}$		
1	259	259	259.0	276	---
2	252	261	256.5	282	---
3	293	286	289.5	221	---
4	242	245	243.5	313	---
5	245	242	243.5	313	---
6	266	262	264.0	266	---
7	254	258	256.0	283	---
8	260	266	263.0	268	---
9	244	242	243.0	314	---
10	266	263	264.5	265	---
11	298	294	296.0	212	---
12	258	257	257.5	280	---
13	256	254	255.0	285	---

Fecha de Ejecución: 2007.10.18.

**OBSERVACIONES:**

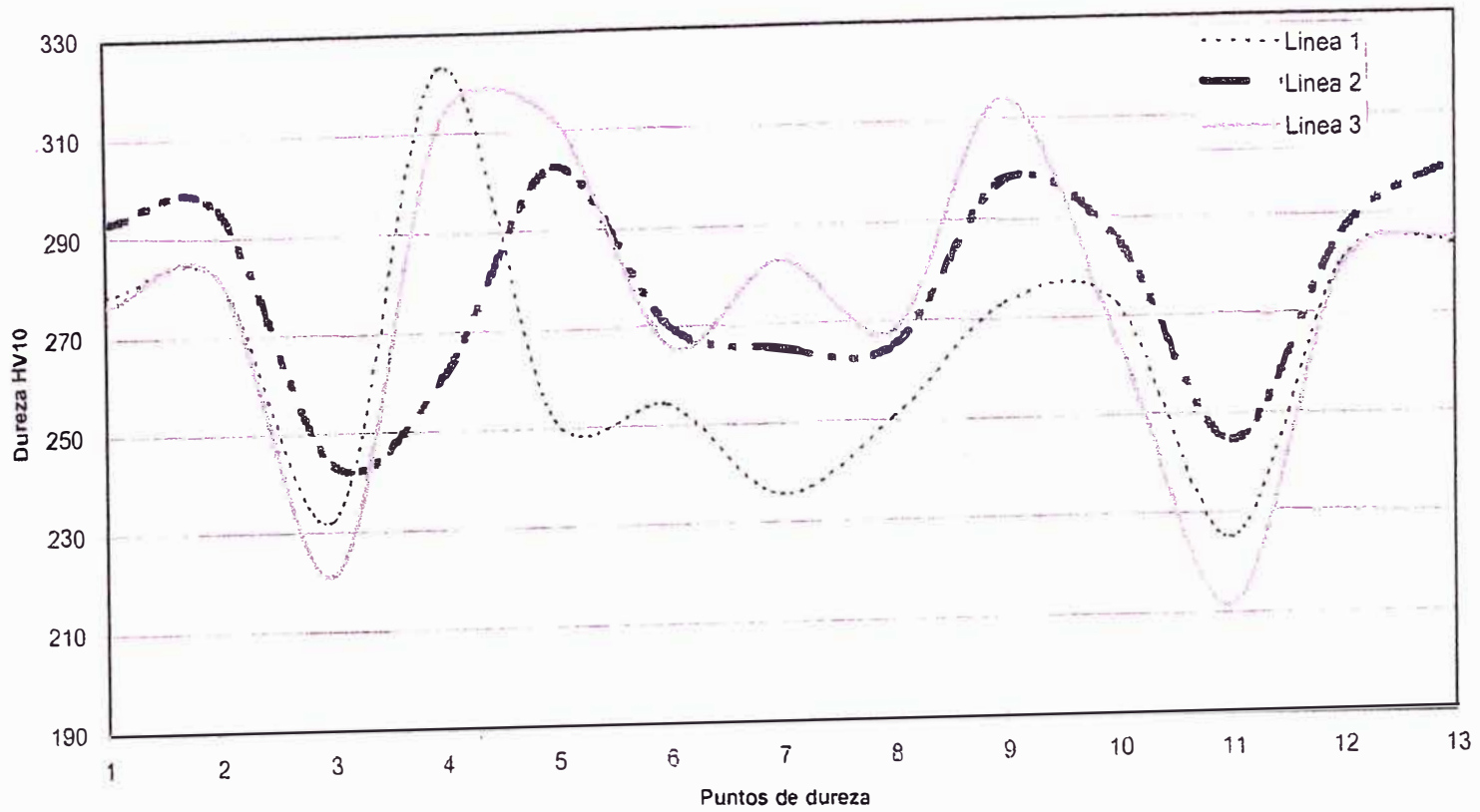
- Condición de la muestra: Visualmente en buen estado.
- La muestra ensayada fue proporcionada por el solicitante.
- Norma de Ensayo: ASTM E 92 – 03.
- Temperatura ambiente durante el ensayo: 20.3 °C.
- Carga: 10 kg.
- Objetivo: 2/3.
- Incertidumbre de la medición:  $\pm 1,20$  HV.
- La incertidumbre de medición ha sido determinada con un factor de cobertura  $k=2$ , para un nivel de confianza de 95%.
- WPS: IMECON/WPS-60 (SAW).
- PQR: IMECON/PQR-45.
- Material base: SUMITEN 780S espesor 40 mm.
- Estampa: S-259.
- Posición de prueba 1G.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Sección Ingeniería Mecánica

*[Firma]*  
Mtro. Ing. ROBERTO LAZARTE GAMBERRINI  
Jefe de Laboratorio de Materiales

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas  
Prohíbida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales  
Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Muestra 1 - S1  
Dureza Vickers HV10



# ANEXO 7. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS REALIZADOS A LA PROBETA DEL PQR

## REPORTE DE INSPECCION POR ULTRASONIDO



Calle Pedro Benvenuto N° 329 - San Miguel - Lima  
Teléfonos : 01-5660675 / 01-5665633

**Cliente:** IMECON S.A.  
**Proyecto:** APLICACIÓN UT EN PROBETAS TIPO PLANCHAS PARA PQR (Proyecto Central Hidroeléctrica El Platanal)  
**Reporte N°:** 01/07 **Página:** 1 de 1  
**Inspección de:** SOLDADURA LONGITUDINAL A TOPE EN PROBETA  
**Tipo de Material:** SUMITEN 780S (Acero Aleado)  
**Espesor:** 40 mm  
**Lugar Inspección:** Taller QUALITEST  
**Tipo de Junta:** A tope con bisel doble "V"  
**Patrón:** V1 / DSC  
**Palpador:** Angular - 2.25 MHz **Angulo:** 45° **Ø:** 0.375"

**Equipo:** Krautkramer **Modelo:** USN 50  
**Sensibilidad:** 50 dB al 80% FSH.  
**Criterio de Aceptación:** ASME Sección VIII

Soldadura N°	Longitud Discont. (mm)	Profundidad Discont. (mm)	Discontinuidad y/o Defecto	Localización Discont. (mm)	Resultado	Soldador
<b>Probeta Tipo Plancha PQR-45 SAW : 455 x 260 x 40 mm</b>						
Soldadura Longitudinal (0-455 mm)					A	S-259
<b>Observación:</b> La examinación por UT fue ejecutada al 100% de la soldadura longitudinal en la probeta.  Soldador : José Francisco Cobefias Castro / S-259 / DNI N° 42242583  WPS-60 / PQR-45 / Proceso de Soldadura : SAW / Posición : 1G						
						



**Juntas inspeccionadas :** 01 de 01 **Longitud inspeccionada :** 0.46 m de 0.46 m

QUALITEST S.A.C.  <b>Carlos Vilca Espinoza</b> Level II SNT-TC-1A N° AD-NDT 0032	IMECON S.A.  OPCIÓN CONTROL DE CALIDAD V-8 Ricardo Espinoza A. Fecha: 11/10/2007	SUPERVISION
Fecha de inspección: 11-10-2007 ARSS/CV	Fecha: 11/10/2007	Fecha:

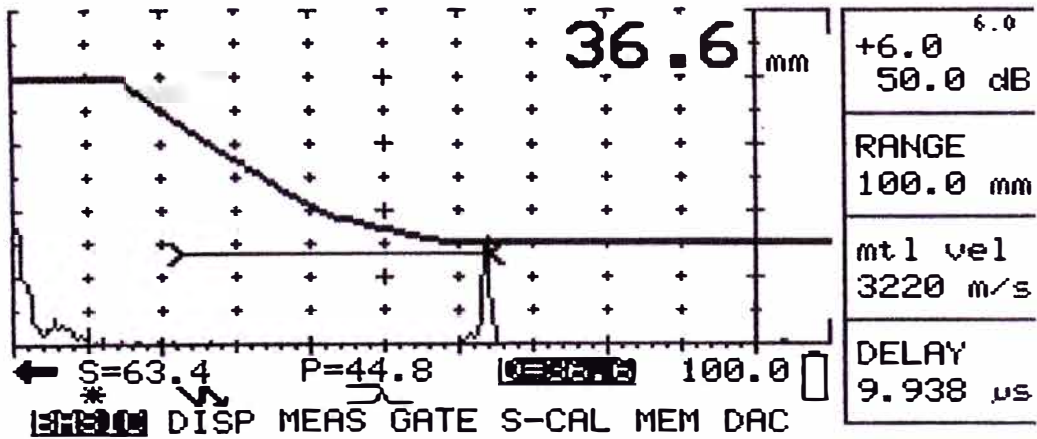
Abreviaturas de Discontinuidades y/o Defectos de Soldadura				Resultado
C	Fisura	IP	Penetración Incompleta	A : Aceptado.
LF	Falta de Fusión	ENR	Indicación que excede el Nivel de Referencia	R : Rechazado
		NENR	Indicación que No excede el Nivel de Referencia	

OPERATOR: C. Vilca E. INSTRUMENT SN: USN 50  
CODE: ASME SECCION VIII PROBE SN: 45°-2.25MHz  
LOCATION: Taller QUALITEST CAL BLOCK SN: V-1/ASME  
JOB NAME: Soldadura Longitudinal En Probeta  
TEST COMMENTS: Aplicacion de UT en Probeta Tipo Plancha Para PQR

SIGNATURE: \_\_\_\_\_ DATE: 11/10/07 \_\_\_\_\_

GAIN: 56.0 dB DAC/TCG: REC DAC ECHO: 4  
RANGE: 100.0 mm MTL VEL: 3220 m/s DELAY: 9.938 us  
PULSER: LOW MEASURE: 0 TO 1st a-THRESH: 27 %  
REJECT: 0 % TOP: PEAK a-START: 38.9 mm  
DISPLAY: FULL ASCAN: HOLLOW a-WIDTH: 42.2 mm  
b-THRESH: 30 % ZERO us: 10.371 RECALL: OFF  
b-START: 10 % STORE: OFF DATA SET: 1  
ANGLE: 45 X-VALUE: 0.0 mm

THICKNESS: 40.7 mm  
AMPLITUDE: % SCREEN HT  
FREEZE MODE: FREEZE ALL  
VELOCITY #1: 5918 m/s  
VELOCITY #2: 3353 m/s  
GATE LOGIC: MEASURE







## REPORTE DE INSPECCION POR PARTICULAS MAGNETICAS

**DEPARTAMENTO TECNICO**  
 Diseño: 02/01/2007  
 Revisión: 00

### 1.- INFORMACION GENERAL

Descripción de la Pieza:	Probeta Tipo Plancha - SAW	Reporte N°:	04/07
Zona Inspeccionada:	Soldadura Longitudinal a Tope en la probeta	Página:	01 de 01
Dimensiones:	Long=455mm, Ancho=260mm, Espesor=40mm	Tipo de Material:	SUMITEN7805 (Acero Aleado)
Acabado Superficial:	Acceptable	Fecha de Inspección:	11-10-2007
Cliente:	IMECON S.A	Lugar de Inspección:	Taller QUALITEST
Proyecto:	APLICACIÓN MT EN PROBETAS TIPO PLANCHAS PARA PQR (Proyecto Central Hidroeléctrica El Platana)		

### 2.- CONDICIONES DEL EXAMEN.

Procedimiento N°:	QUAMT - 03	Revisión:	01	Código:	ASME secc V Art. 7 / SE 709
Técnica de Magnetización:	Yugo				
Tipo de Magnetización:	Longitudinal: <input checked="" type="checkbox"/>	Circunferencial: <input type="checkbox"/>	Multidireccional: <input type="checkbox"/>		
Equipo Empleado:	Marca: TCP PROLLSTR.1	Modelo:	WM 1105	Serie:	25002
Tipo de Corriente:	AC	Amperaje:	0 A	Color:	Amarillo
Tipo de Partículas:	Fluorescentes <input type="checkbox"/>	Contrastante <input checked="" type="checkbox"/>	Color:	Amarillo	
Formas de Aplicación:	Secas <input checked="" type="checkbox"/>	En Suspensión <input type="checkbox"/>	Vehículo:		
Secuencia de Operación:	Continua <input checked="" type="checkbox"/>	Residual <input type="checkbox"/>			
Tipo de Iluminación:	Natural <input checked="" type="checkbox"/>	Blanca Artificial <input type="checkbox"/>	Ultravioleta <input type="checkbox"/>		
Observaciones:	Soldador José Francisco Cobeñas Castro / S-259 / DNI N° 42242583. WPS-60 / PQR-45 / Proceso de Soldadura SAW / Posición : 1G				

### 3.- GRAFICO

VISTA GENERAL



VISTAS DE DETALLE (APLICACIÓN MT)



N°	Identificación de Junta	Código del Soldador	Localización de la Indicación	Forma de la Indicación		Dimensiones de la Indicación	Resultado
				Lineal	Redonda		
Probeta Tipo Plancha PQR-45 SAW : 455 x 260 x 40 mm							
1	Lado A (0-455mm)	S-259	---	---	---	---	Aceptado
2	Lado B (0-455mm)	S-259	---	---	---	---	Aceptado
CRITERIO DE ACEPTACION		ASME Sección VIII Apéndice 6					



Inspeccionado por : Carlos Vilca Espinoza  Inspector Nivel II: <b>CARLOS VILCA ESPINOZA</b> LEVEL II SNT - TC - 1A Q.I. - MT - 005/06	Recibido: <b>IMECON</b> OPTY. DE CONTROL DE CALIDAD Fecha: 14/10/2007 
Fecha de Inspección: 11-10-2007 ARSS-CV	Fecha:

## REPORTE DE INSPECCION RADIOGRAFICA



Calle Pedro Benvenuto N° 329 - San Miguel - Lima  
Teléfonos 01-5660675 / 01-5665633

**Cliente:** IMECON S.A.  
**Proyecto:** CALIF. DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)  
**Reporte No:** 10/07      **Página:** 1 de 1  
**Fuente Ir 192 / act. en GBq:** 2516      **T. Foco:** 0.142"  
**Tipo de Material:** SUMITEN780S (Acero Aleado)  
**Espesor del Material:** 40 mm      **Ø:** ---  
**Distancia Fuente - Objeto:** 550 mm  
**Tiempo de Exposición:** 15'17"  
**Posición de Soldeo:** 1G  
**Método de Inspección:** Spot       100%

**Tipo de Película:** AGFA D4      **Pantallas:** 0.005"-0.010"  
**L.Q.I.:** ASTM IR      **Lado F:**       **Lado P:**   
**Ug:** 0.012"      **H&D:** 2.0 - 3.5

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

Identificación	Número Película	Resultado	Tipo y Ubicación de Discontinuidades y Defectos	Nombre y Estampa
Probeta 10	PI	A		José Francisco Cobeñas Castro / S-259 DNI N° 42242583



**Observación:**  
**Norma de Calificación:** ASME Sección IX      **WPS N°:** WPS-60  
**Proceso de Soldadura:** SAW      **PQR N°:** PQR-45

Inspeccionada por: Josué Saavedra G. Total Radiografías: 01 Fecha de Inspección: 20-09-2007 Inspector Nivel II SNT:	Autorizada por: _____ Firma: _____
--	---------------------------------------

**Wilson Yaquez Tello**  
 Nivel II SNT-TC-1A  
 N° Q.I.-RT-001A05

Abreviaturas de los Defectos de Soldadura				Resultado
IP	Falta de Penetración	USI	Escoria Margada	
IPD	Falta de Penetración Desal	ISI	Escoria Aislada	VP
IF	Falta de Fusión	II	Inclusión Tungsteno	CL
EP	Penetración Excesiva	GP	Porosidad Aislada	CT
IC	Concavidad Interna	AP	Porosidad Almeada	CC
EC	Concavidad Externa	CP	Porosidad Anidada	IU
RT	Quemón	WP	Porosidad Tubular	EU
IPD	Falta de Fusión entre Pases	AD	Acumulación de Discontinuidades	ER
				A Aceptado R Repair





PROYECTO HIDROELECTRICA EL PLATANAL

O.C DEL CLIENTE N°.: PC-008736

**REGISTRO DE RECEPCION DE MATERIALES Y EQUIPOS**

FR-QAQC-M08

HOJA:	1 de 1
EMISION:	01/02/2007
REVISION:	1

**DOCUMENTOS DE RESPALDO DEL MATERIAL**

REGISTRO N° : 127-002

- Guía de remisión       - Certificado de calidad       - Manual de operación       - Dossier de Calidad
- Packing List.       - Lista de materiales       - Manual de instalación       - Otros:

**REVISIÓN DE DOCUMENTOS RECIBIDOS:**

**ITEMS / PARTES RECIBIDAS**


Item	Descripción	Cant.	Proveedor	Orden de Compra	Guía de Remisión	Fecha de Recepción	Procedencia	N° de Colada	Certificado de Calidad
1	SUMITEN 780S PL 16mm	6	.....	.....	015509	05-oct-07	JAPON	7313037 7411613 7411613 7411614 7411614 7313037	E4065-001 E4065-002 E4065-003 E4066-001
2	SUMITEN 780S PL 16mm	6	.....	.....	015508	05-oct-07	JAPON		
3	SUMITEN 780S PL 16mm	1	.....	.....	015507	05-oct-07	JAPON		
4	SUMITEN 780S PL 16mm	8	.....	.....	015537	17-oct-07	JAPON		
5	SUMITEN 780S PL 16mm	6	.....	.....	016179	17-oct-07	JAPON		
6	SUMITEN 780S PL 16mm	8	.....	.....	016582	17-oct-07	JAPON		
7	SUMITEN 780S PL 16mm	8	.....	.....	016583	18-oct-07	JAPON		
8	SUMITEN 780S PL 16mm	8	.....	.....	016445	18-oct-07	JAPON		
9	SUMITEN 780S PL 16mm	9	.....	.....	016584	18-oct-07	JAPON		

**OBSERVACIONES:**

Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha
V≡B≡ Control Calidad - IMECON S.A.		V≡B≡ Producción - IMECON S.A.		Supervisión	

**ANEXO 8 REGISTROS DE CONTROL DE CALIDAD APLICADOS**  
**Registro de recepción de materiales.**

# Registro de Trazabilidad

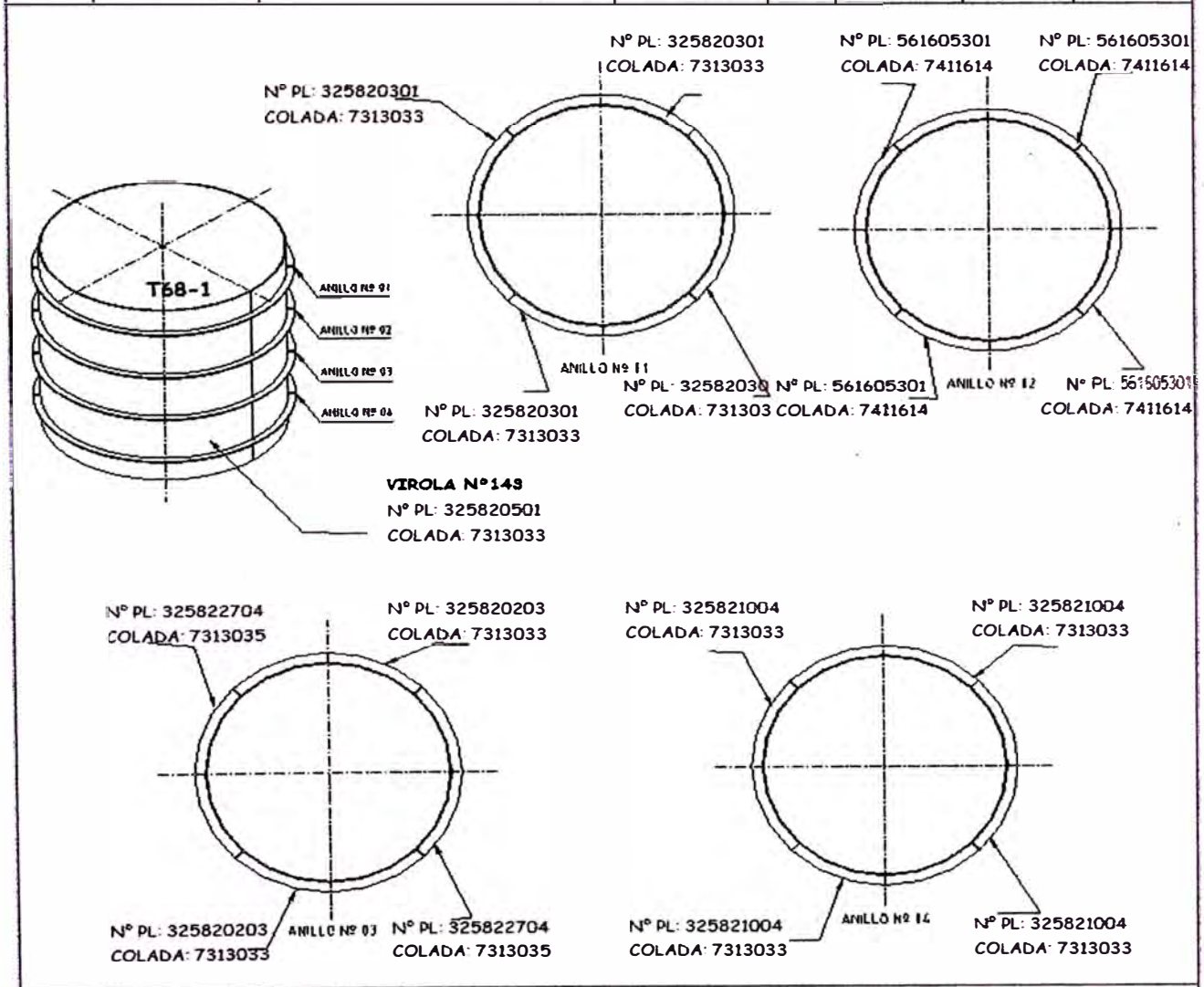
 <small>INSTALACIONES MECANICAS ELECTRICAS Y OMBES</small>	<b>PROYECTO CENTRAL HIDROELECTRICA EL PLATANAL</b> O.C. DEL CLIENTE N°: PC-008736 <b>REGISTRO DE TRAZABILIDAD</b> <b>VIROLAS</b>		<b>FR-QAQC-M09</b>	
			HOJA:	1 de 1
			EMISION:	31/01/2003
			REVISION:	2

## 1. PROYECTO:

DESCRIPCION DEL ELEMENTO Y/O EQUIPO: BLINDAJE PIQUE VERTICAL TRAMO 11 - VIROLA N°143	CODIGO DEL ELEMENTO T58-1	PLANO DE REFERENCIA P-D12-LT4.5-022-025	REV B	FECHA 26-may-08	REG. 127-143
--	------------------------------	--	----------	--------------------	-----------------

## 2. TRAZABILIDAD DE LOS ELEMENTOS


ITEM	POSICION	DESCRIPCION	MATERIAL	CANT.	N° PLANCHA	COLADA	R-MAT
1	VIROLA	PL 20 x 3000 x 10115 mm	SUMITEN 780S	01	325820501	7313033	04
2	ANILLO N°1 (Secores)	PL 20 x 2503 x 524 mm	SUMITEN 780S	04	325820301	7313033	04
	ANILLO N°2 (Secores)	PL 20 x 2503 x 524 mm	SUMITEN 780S	04	561605301	7411614	04
	ANILLO N°3 (Secores)	PL 20 x 2503 x 524 mm	SUMITEN 780S	04	325820203	7313033	04
	ANILLO N°4 (Secores)	PL 20 x 2503 x 524 mm	SUMITEN 780S	04	325821004	7313033	04



## 3. COMENTARIOS:

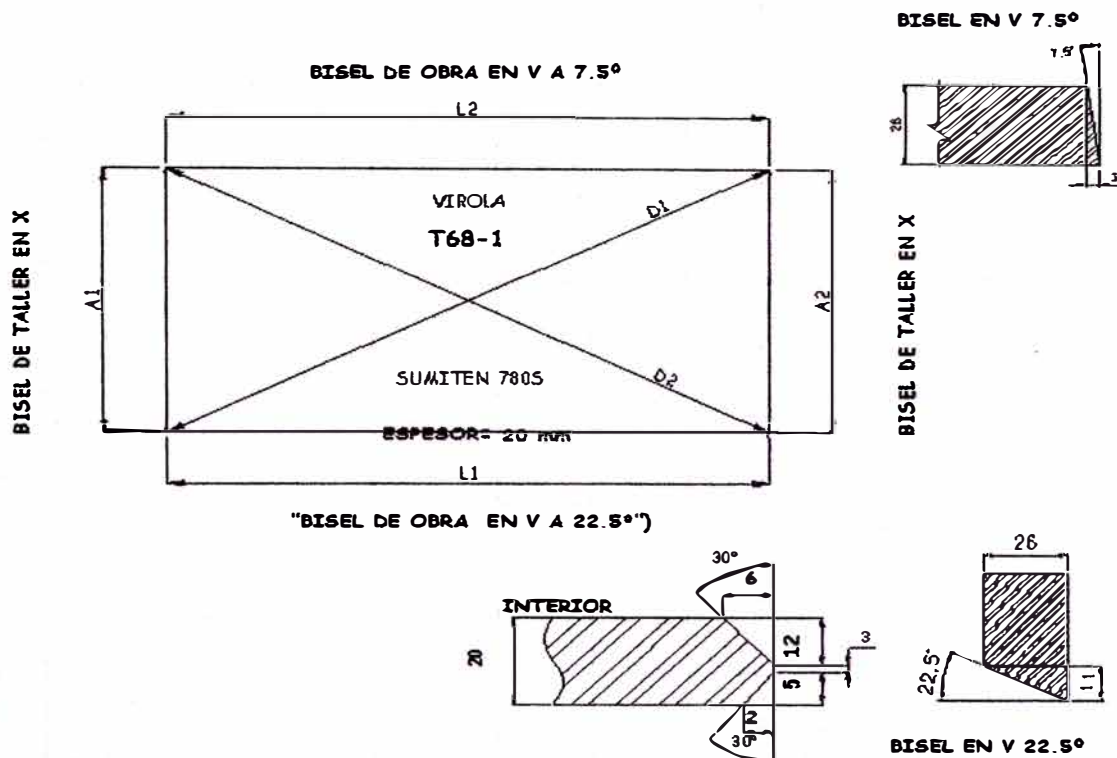
Firma:	Fecha:	Firma:	Fecha:	Firma:	Fecha:
Ing. Carlos Colán Ramos Control de Calidad - IMECON S.A.		Ing. Carlos Guanilo Parazaman Producción - IMECON S.A.		CWI Dardo De la Cruz Supervisión ARPL	

# Registro de Control Dimensional (trazado)

 <small>INSTALACIONES MECANICAS ELECTRICAS Y O.B.S.</small>	<b>PROYECTO CENTRAL HIDROELECTRICA EL PLATANAL</b>		FR-QAQC-M10	
	O.C. DEL CLIENTE N°: PC-008736		Hoja : 1 de 1	
	<b>REGISTRO DE CONTROL DIMENSIONAL</b>		Fecha : 01-02-2007	
	<b>HABILITADO</b>		Rev : 3	

<b>1. PROYECTO:</b>					
DESCRIPCION DEL ELEMENTO Y/O EQUIPO: BLINDAJE PIQUE VERTICAL TRAMO 11 - VIROLA N°143	CODIGO DEL ELEMENTO T68-1	PLANO DE REFERENCIA P-D12-LT4 5-022-025	REV. E	FECHA 26-may-08	REG. 127-143

## 2. ESQUEMA



## 3. MEDICIONES

N	Nominal (mm)	Real (mm)	Δ (mm)	N	Nominal (mm)	Real (mm)	Δ (mm)	N	Nominal (mm)	Real (mm)	Δ (mm)
<b>VIROLA T68-1</b>				11				23			
<b>DIMENSIONES</b>				12				24			
1	A1=	3000	2999	-1,0	13			25			
2	A2=	3000	3000	+0,0	14			26			
3	L1=	10116	10117	+1,0	15			27			
4	L2=	10116	10115	-1,0	16			28			
5	D1=	10551	10552,5	+1,5	17			29			
6	D2=	10551	10552	+1,0	18			30			
7					19			31			
8					20			32			
9					21			33			
10					22			34			

## 4. OBSERVACIONES:


Fue habilitado y biselado en los lados circunferenciales, luego planillado y biselado en los lados longitudinales, luego rotado.

## 5. APROBACION FINAL :

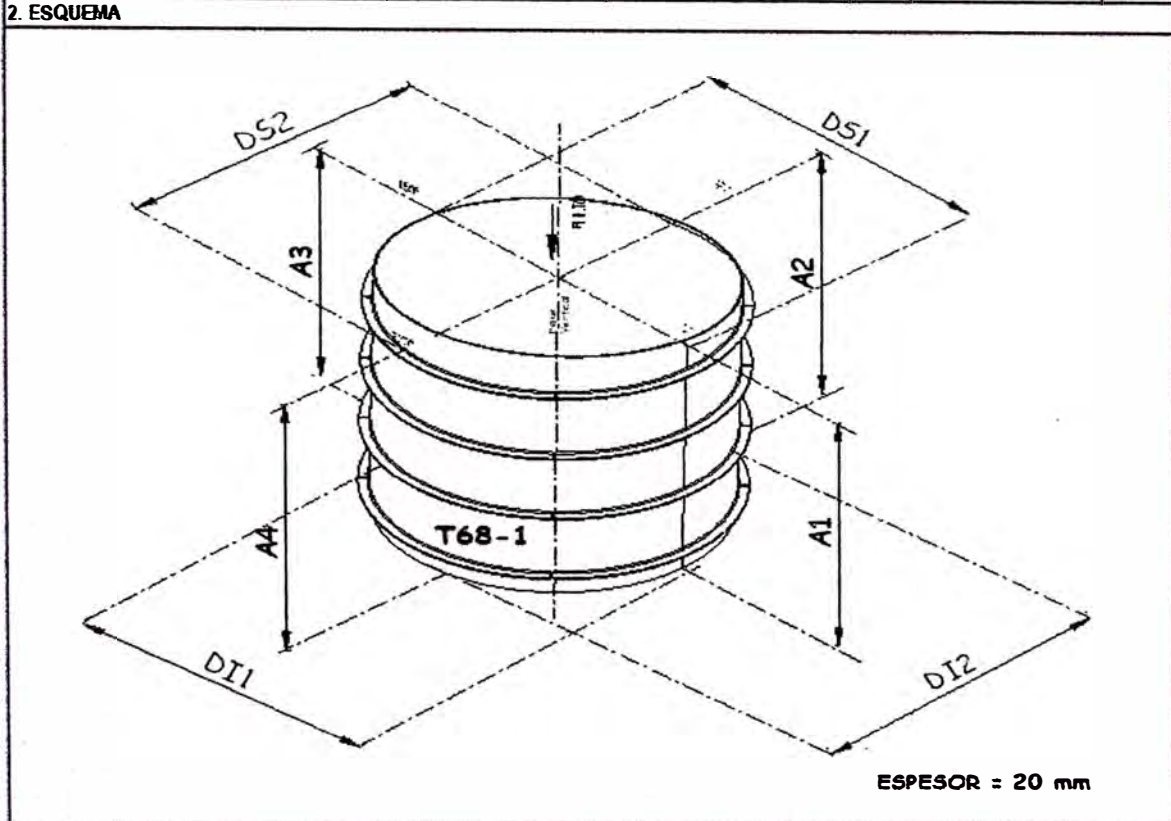
Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha
Ing. Carlos Colán Ramos		Ing. Carlos Guarño Parrazaman		CWI Darier De la Cruz	
Control Calidad - IMECON S.A.		Producción - IMECON S.A.		Supervisión ARPL	



# Registro de Control dimensional (Armado)

	<b>PROYECTO CENTRAL HIDROELECTRICA EL PLATANAL</b> O.C. DEL CLIENTE N°. PC-008736 <b>REGISTRO DE CONTROL DIMENSIONAL</b> <b>ARMADO</b>	FR-QAQC-1A10
		Hoja : 1 de 1
		Fecha : 01-02-2007
		Rev : 3

<b>1. PROYECTO:</b>					
DESCRIPCION DEL ELEMENTO Y/O EQUIPO: BLINDAJE PIQUE VERTICAL TRAMO 11 - VIOLA N°143	CODIGO DEL ELEMENTO T58-1	PLANO DE REFERENCIA P-D12-LT4.5-022-025	REV. B	FECHA 07-jun-08	REG. 127-143



**3. MEDICIONES**

N	Nominal (mm)	Real (mm)	Δ (mm)	N	Nominal (mm)	Real (mm)	Δ (mm)	N	Nominal (mm)	Real (mm)	Δ (mm)
<b>VIOLA T68-1</b>				<b>DIÁMETROS EXTERIORES</b>				19			
<b>ALTURAS</b>				<b>OVALIDAD: DIÁMETROS INFERIORES</b>				20			
1	A1= 3000	2999	-1,0	10	D11= 3240	3247	+7,0	21			
2	A2= 3000	3000	+0,0	11	D12= 3240	3236	-4,0	22			
3	A3= 3000	3000	+0,0	12	ΔD1= D11-D12	+11,0	OK	23			
4	A4= 3000	3000	+0,0	<b>OVALIDAD: DIÁMETROS SUPERIORES</b>				24			
<b>PERÍMETROS EXTERIORES</b>				13	DS1= 3240	3241	+1,0	25			
5	P1= 10179	10180	+1,0	14	DS2= 3240	3240	+0,0	26			
6	P2= 10179	10182	+3,0	15	ΔDS= DS1-DS2	+1,0	OK	27			
7				16				28			
8				17				29			
9				18				30			

**4. OBSERVACIONES:** Se adicionó orejas de izaje según Plano 110723-009-3-001 Rev. C con material SUMITEN 780S

La Tolerancia permisible en la variación del perímetro es de  $\pm 15$  mm según CELEPSA.

La Tolerancia permisible de los diámetros máximo y mínimo con referencia al diámetro nominal de  $\varnothing 3200$  es de  $\pm 15$  mm (OVALIDAD)


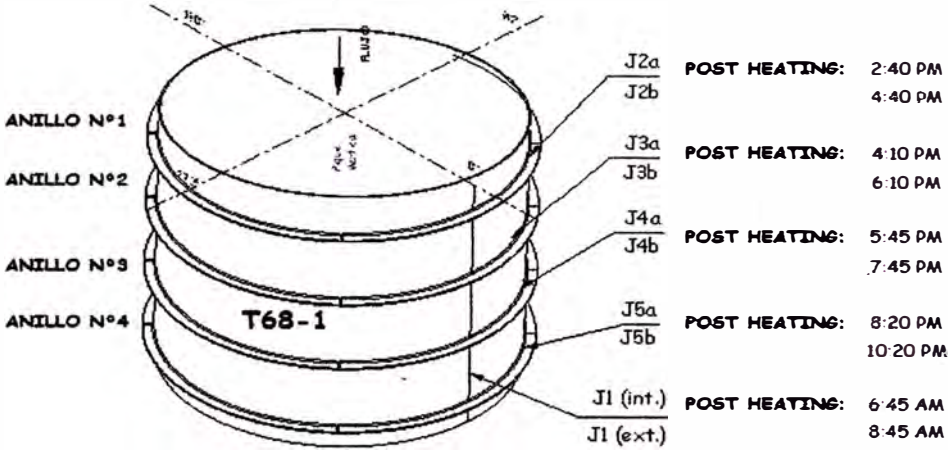
La viola fue planificada en la roladora el 29-may-08

**5. APROBACION FINAL :**


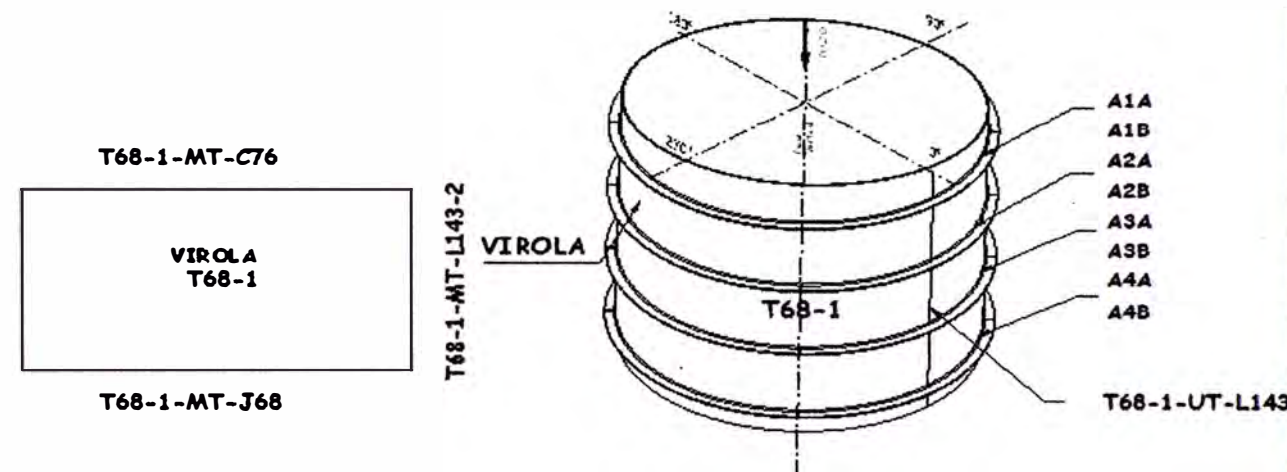
Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha
Ing. Carlos Colán Ramos		Ing. Carlos Guando Parazaman		CWI Darier De la Cruz	
Control Calidad - IMECON S.A.		Producción - IMECON S.A.		Supervisión ARPL	



# Registro de Inspección visual de soldadura


	<b>PROYECTO CENTRAL HIDROELECTRICA EL PLATANAL</b> O.C DEL CLIENTE N°.: PC-008736 <b>REGISTRO DE INSPECCION VISUAL DE SOLDADURA</b> ARMADO				<b>FR-QAQC-M11</b>									
	Hoja		1 de 1		Fecha									
	Fecha		01.02.2007		Revisión									
	Revisión		3											
<b>1. PROYECTO:</b>														
<b>DESCRIPCION DEL ELEMENTO Y/O EQUIPO:</b> BLINDAJE PIQUE VERTICAL TRAMO 11 - VIOLA N°143		<b>CODIGO DEL ELEMENTO</b> T68-1	<b>PLANO DE REFERENCIA</b> P-D12-LT4 5-022-025	<b>REV.</b> B	<b>FECHA</b> 07-jun-08	<b>REG.</b> 127-143								
<b>ESTANDAR DE REFERENCIA:</b> ASME - SECCION IX														
<b>2. ESQUEMA:</b>														
														
Código elemento	Junta	Estampa	Fecha de soldadura	Tipo de Junta		WPS	Pase	Evaluación		Resultado		Defecto	Inspección	Fecha de Inspección a 48 hr.
				A tope	Filete			Parcial	Total	Reparar				
T68-1-L143	J1 (int.)	S-486	28-may-08	X		60	Acabado	X			OK			31-may-08
	J1 (ext.)	S-486	29-may-08	X		60	Acabado	X			OK			
ANILLO N°1	J2a	S-425	20-jun-08		X	67	Acabado	X			OK			22-jun-08
	J2b	S-425	20-jun-08		X	67	Acabado	X			OK			
ANILLO N°2	J3a	S-425	20-jun-08		X	67	Acabado	X			OK			22-jun-08
	J3b	S-425	20-jun-08		X	67	Acabado	X			OK			
ANILLO N°3	J4a	S-494	20-jun-08		X	67	Acabado	X			OK			22-jun-08
	J4b	S-425	20-jun-08		X	67	Acabado	X			OK			
ANILLO N°4	J5a	S-494	20-jun-08		X	67	Acabado	X			OK			22-jun-08
	J5b	S-425	20-jun-08		X	67	Acabado	X			OK			
<b>3. LEYENDA DE DEFECTOS:</b>														
FU: Falta de Fusión Metal Base / Soldadura							SO: Socavación							
FI: Fisura							SR: Sobremona							
CR: Cráter							PA: Porosidad Aislada							
DF: Dimensión del Casco (Soldadura de Filete)							PL: Porosidad Alineada							
FL: Falta de Llenado							PN: Porosidad Anidada							
<b>OBSERVACIONES:</b>														
Se realizó la soldadura con proceso SAWI en las juntas a tope y de filete.														
Se realizó el Post Heating durante 2 hr en un rango de temperatura de 150°C a 200°C después del último pase de cada soldadura.														
<b>4. INSTRUMENTOS UTILIZADOS:</b>														
BRIDGECAM GAGE <input checked="" type="checkbox"/>			FILET WELD GAGE			V-VIAC GAGE			Otros: _____					
Firma		Fecha		Firma		Fecha		Firma		Fecha				
Ing. Carlos Colán Ramos				Ing. Carlos Guano Parrazzan				CWI Daniel De la Cruz						
Control de Calidad - IMECON S.A.				Producción - IMECON S.A.				Supervisión ARPL						

# Registro de Control de ensayos no destructivos


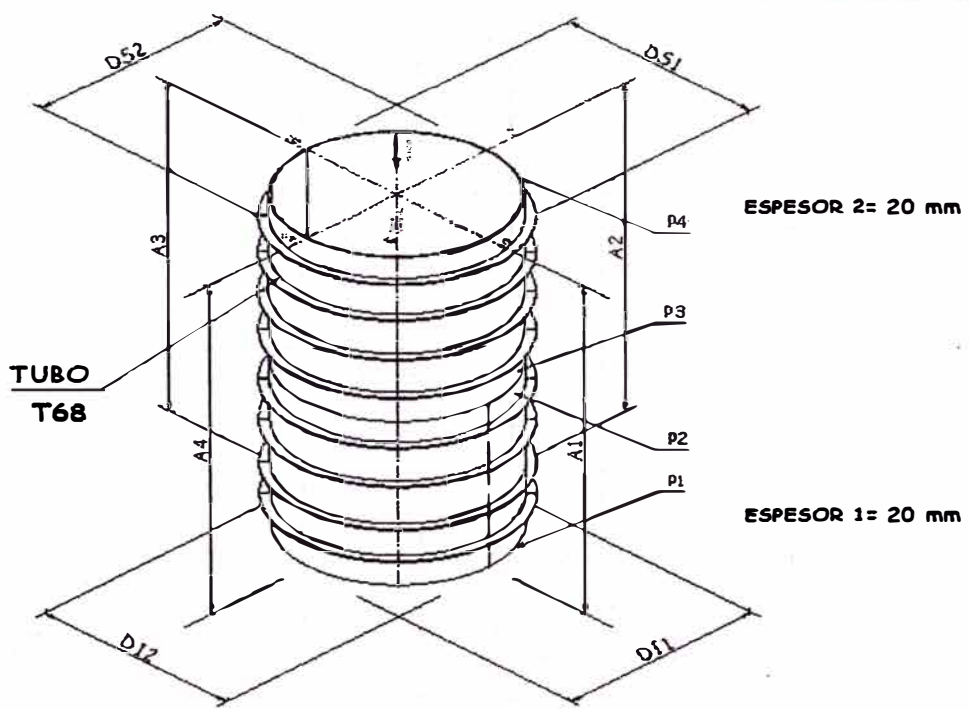
 <small>INSTALACIONES MECANICAS ELECTRICAS Y CIVILES</small>	<b>PROYECTO HIDROELECTRICA EL PLATANAL</b> <b>O.C DEL CLIENTE N°.:PC-008736</b> <b>REGISTRO DE CONTROL DE END DE SOLDADURA</b> <b>ARMADO</b>			<b>FR-QAQC-M12</b>							
	HOJA:		1 de 1								
	EMISION:		31/01/2003								
	REVISION:		2								
<b>1. PROYECTO:</b>											
DESCRIPCION DEL ELEMENTO Y/O EQUIPO: BLINDAJE PIQUE VERTICAL TRAMO 11 - VIROLA N°143		CODIGO DEL ELEMENTO T68-1	PLANO DE REFERENCIA P-D12-LT4 5-022-025	REV. B	FECHA 07-jun-08	REG. 127-143					
ESTANDAR DE REFERENCIA: ASME - SECCION IX											
											
<b>A: ACEPTADO                      R: RECHAZADO</b>											
CÓDIGO DE JUNTA	CÓDIGO DE SOLDADOR	Vps	MT		UT		RT		REPARACIÓN		
			A	R	INFORME N°	A	R	INFORME N°		A	R
T68-1-MT-L143-1	-	-	OK		INF GYN-376-08						
T68-1-MT-L143-2	-	-	OK		INF GYN-376-08						
T68-1-MT-J68	-	-	OK		INF GYN-376-08						
T68-1-MT-C76	-	-	OK		INF GYN-376-08						
A1A	S-425	67	OK		INF GYN-376-08						
A1B	S-425	67	OK		INF GYN-376-08						
A2A	S-425	67	OK		INF GYN-376-08						
A2B	S-425	67	OK		INF GYN-376-08						
A3A	S-494	67	OK		INF GYN-376-08						
A3B	S-425	67	OK		INF GYN-376-08						
A4A	S-494	67	OK		INF GYN-376-08						
A4B	S-425	67	OK		INF GYN-376-08						
T68-1-UT-L143	S-485 / S-486	60	-	-	-	R	INF: GYN-376-08	-	-	-	INF GYN-376-08
<b>OBSERVACIONES:</b> La reparacion para la Prueba de Ultrasonido se realizo el 09-jun-08 Se realizo ensayo por Particulas Magneticas a la soldadura longitudinal interior y exterior en cambio de los biseltes longitudinales.											
Firma			Fecha			Firma			Fecha		
Ing. Carlos Colán Ramos			Ing. Carlos Guarido Parazaman			CWI Daniel De la Cruz					
<b>Control de Calidad – IMECON S.A.</b>			<b>Producción – IMECON S.A.</b>			<b>Supervisión ARPL</b>					



# Registro de preparación superficial y pintura

	<b>PROYECTO CENTRAL HIDROELECTRICA EL PLATANAL</b> O.C DEL CLIENTE N°.: PC-008736 <b>REGISTRO DE PREPARACION SUPERFICIAL Y PINTURA</b>				<b>FR-QAQC-M13</b>		
					Hoja	1 de 1	
					Fecha	02/01/2006	
					Revisión:	2	
<b>1. PROYECTO:</b>							
DESCRIPCION DEL ELEMENTO Y/O EQUIPO	CODIGO DEL ELEMENTO	PLANO DE REFERENCIA	REV.	FECHA	REG.		
BLINDAJE PIQUE VERTICAL TRAMO 11 - VIROLA N°143	T68-1	P-D12-L74.5-022-025	B	06-ago-08	127-143		
<b>2.- PREPARACION SUPERFICIAL</b>							
GRADO DE PREPARACION		PERFIL DE ANCLAJE					
SSPC-SP10 (Interior del tubo)		1.5 - 2.5 más					
Perfil de anclaje							
Fecha:	14-jul-08	Hora:	8:00 PM	Resultado:	2.5 más		
<b>3.- SISTEMA DE PINTADO</b>							
1ra. Capa: Base		Color			Espesor de película seca		
DIMETCOTE 9		VERDE			3 más		
Condiciones Ambientales							
Temperatura Superficial (°C)	Temperatura Ambiente (°C)	HR %	Punto de Rocío (°C)	Resultado	Fecha	Hora	
19	19	81	14	OK	14-jul-08	11:00 PM	
Mediciones del espesor de película seca:							
CODIGO	SPOT1	SPOT2	SPOT3	SPOT4	SPOT5	SPOT6	PROMEDIO
T68-1	2,8	2,7	2,6	2,9	3,2	3,5	3,3 más
	3,4	3,8	4,2	4,2	2,8	4,9	
	3,1	2,8	2,7				
2da. Capa: Acabado		Color			Espesor de película seca		
COAL TAR C-200		NEGRO			9 más		
Condiciones Ambientales							
Temperatura Superficial (°C)	Temperatura Ambiente (°C)	HR %	Punto de Rocío (°C)	Resultado	Fecha	Hora	
21	18	83	17	OK	28-jul-08	9:30 AM	
Mediciones del espesor de película seca:							
CODIGO	SPOT1	SPOT2	SPOT3	SPOT4	SPOT5	SPOT6	PROMEDIO
T68-1	13,4	16,4	12,8	16,5	16,9	14,0	14,9 más
	16,3	16,5	14,8	13,2	14,4	12,7	
	14,5	14,8	16,5				
<b>4.- INSTRUMENTOS UTILIZADOS:</b>							
ELCOMETER 456							
THERMO HYGROMETER MODEL 608-H1							
TERMOMETRO DE SUPERFICIE ELCOMETER 0-120°C							
<b>5.- OBSERVACIONES:</b> La preparación superficial del lado exterior del tubo es con el sistema SSPC-SP6 y recubrimiento con lechada de cemento. Espesor total del sistema de pintado es 12 más.							
Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha		
Ing. Carlos Colán Ramos		Ing. Carlos Guando Parrazaman		CWI Darfer De la Cruz			
Control de Calidad - IMECON S.A.		Producción - IMECON S.A.		Supervisión - ARPL			

# Registro de Control dimensional de Tubos

	<b>PROYECTO CENTRAL HIDROELECTRICA EL PLATANAL</b> O.C. DEL CLIENTE N°.: PC-008736 <b>REGISTRO DE CONTROL DIMENSIONAL</b> ARMADO					FR-QAQC-M10 Hoja : 1 de 1 Fecha : 01-02-2007 Rev : 3					
	<b>1. PROYECTO:</b>										
	DESCRIPCION DEL ELEMENTO Y/O EQUIPO: BLINDAJE PIQUE VERTICAL TRAMO 11	CODIGO DEL ELEMENTO T68	PLANO DE REFERENCIA 100-05B SNJ-CF-ME-001	REV. B	FECHA 20-feb-08	REG. 127-143					
<b>2. ESQUEMA</b>											
											
<b>3. MEDICIONES</b>											
N	Nominal (mm)	Real (mm)	D (mm)	N	Nominal (mm)	Real (mm)	D (mm)	N	Nominal (mm)	Real (mm)	D (mm)
<b>TUBO T68</b>				<b>DIÁMETROS EXTERIORES</b>				19			
<b>ALTURAS</b>				<b>OVALIDAD: DIÁMETROS INFERIORES</b>				20			
1	A1= 6000	5999	-1,0	10	D1= 3240	3247	+7,0	21			
2	A2= 6000	5996	-2,0	11	D2= 3240	3236	-4,0	22			
3	A3= 6000	5998	-2,0	12	ΔD= D1-D2	+11,0	OK	23			
4	A4= 6000	5999	-1,0	<b>OVALIDAD: DIÁMETROS SUPERIORES</b>				24			
<b>PERÍMETROS EXTERIORES</b>				13	DS1= 3240	3245	+5,0	25			
5	P1= 10179	10180	+1,0	14	DS2= 3240	3232	-8,0	26			
6	P4= 10179	10180	+1,0	15	ΔDS= DS1-DS2	+13,0	OK	27			
7	P2= 10179	10182	+3,0	16				28			
8	P3= 10179	10179	+0,0	17				29			
9	ΔP= P2-P3	+3,0	OK	18				30			
<b>4. OBSERVACIONES:</b> Se adicionó orejas de izaje según Plano 110723-009-3-001 Rev. C con material SUMITEN 780S La Tolerancia permisible en la variación del perímetro es de $\pm 15$ mm según CELEPSA. La Tolerancia permisible de los diámetros máximo y mínimo con referencia al diámetro nominal de $\varnothing 3200$ es de $\pm 15$ mm (OVALIDAD)											
<b>5. APROBACION FINAL :</b>											
Firma		Fecha		Firma		Fecha		Firma		Fecha	
Ing. Carlos Colán Ramos				Ing. Carlos Guzmán Parazaman				CWI Danier De la Cruz			
Control Calidad - IMECON S.A.				Producción - IMECON S.A.				Supervisión ARPL			

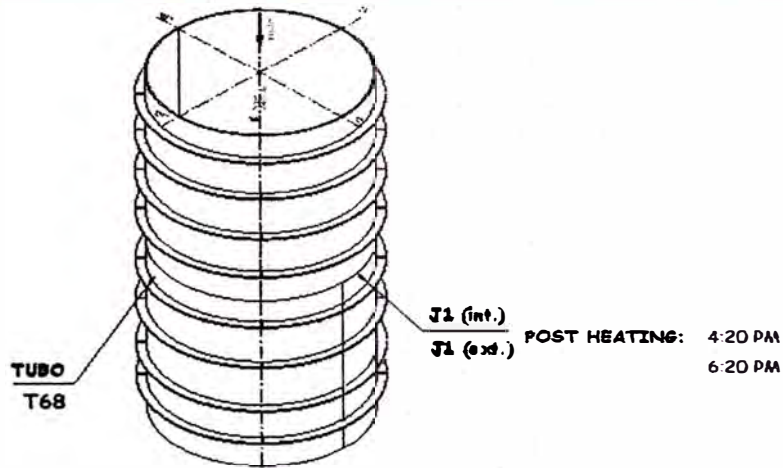
# Registro de Inspección visual de soldadura de Tubos

	<b>PROYECTO CENTRAL HIDROELECTRICA EL PLATANAL</b> O.C DEL CLIENTE N°.: PC-008736 <b>REGISTRO DE INSPECCION VISUAL DE SOLDADURA</b> ARMADO		FR-QAQC-M11	
	Hoja :	1 de 1		
	Fecha :	01.02.2007		
	Revisión :	3		

<b>1. PROYECTO:</b>					
DESCRIPCION DEL ELEMENTO Y/O EQUIPO. BLINDAJE PIQUE VERTICAL TRAMO 11	CODIGO DEL ELEMENTO T68	PLANO DE REFERENCIA 100-OSB SNJ-CF-ME-001	REV. B	FECHA 21-jul-08	REG. 127-143

ESTANDAR DE REFERENCIA: ASME - SECCION IX

**2. ESQUEMA.**



Código elemento	Junta	Estampa	Fecha de soldar	Tipo de Junta		WPS	Pase	Evaluación		Resultado		Defecto	Inspección	Fecha de Inspección a 48 hr.
				A tope	Filete			Parcial	Total	Reparar	Aceptado			
T68-C76	J1 (int.)	S-155	17-jul-08	X		60	Acabado		X		OK			21-jul-08
	J1 (ext.)	S-156	19-jul-08	X		60	Acabado		X		OK			

**3. LEYENDA DE DEFECTOS:**  
 FU: Falta de Fusión Metal Base / Soldadura  
 FI: Fisura  
 CR: Cráter  
 DF: Dimensión del Casco (Soldadura de Filete)  
 FL: Falta de Llenado  
 SO: Socavación  
 SR: Sobremonta  
 PA: Porosidad Aislada  
 PL: Porosidad Alineada  
 PN: Porosidad Anidada


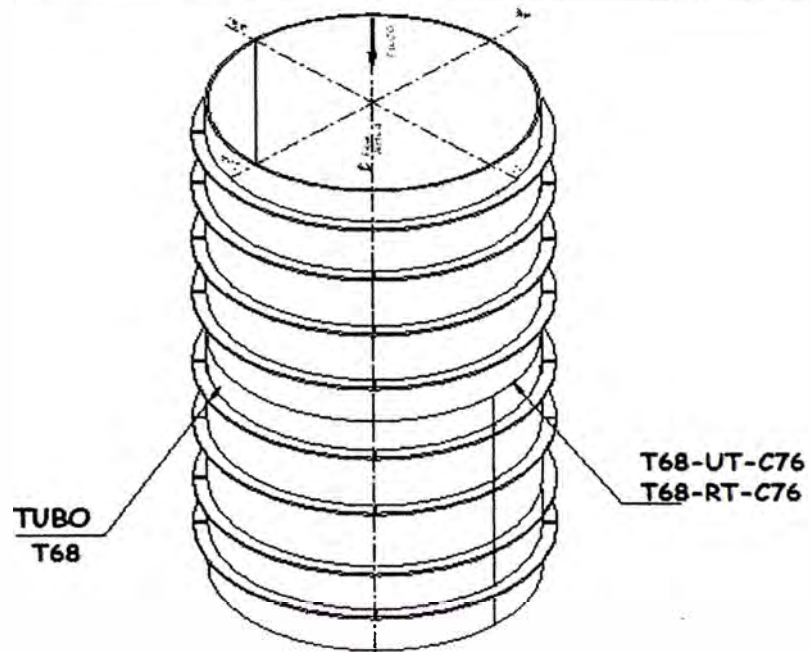
**OBSERVACIONES:**  
 Se realizó la soldadura con proceso SAW en las juntas a tope  
 Se realizó el Post Heating durante 2 hr. en un rango de temperatura de 150°C a 200°C después del último pase de cada soldadura.

**4. INSTRUMENTOS UTILIZADOS:**

BRIDGECAM GAGE <input checked="" type="checkbox"/>	FILLET WELD GAGE	V -WAC	Otros: _____
Firma: _____ Fecha: _____	Firma: _____ Fecha: _____	Firma: _____ Fecha: _____	Firma: _____ Fecha: _____
Ing. Carlos Colán Ramos Control de Calidad - IMECON S.A.	Ing. Carlos Guanió Parrazman Producción - IMECON S.A.	CWI Darío De la Cruz Supervisión ARPL	




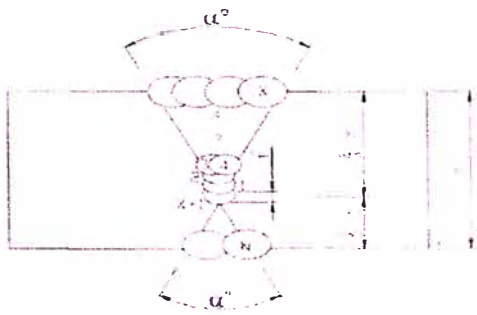
# Registro de Control de ensayos no destructivos en Tubos.

 <p><b>IMECON</b> INSTALACIONES MECANICAS ELECTRICAS Y CIVILES</p>	<b>PROYECTO HIDROELECTRICA EL PLATANAL</b> O.C DEL CLIENTE N°.:PC-008736 <b>REGISTRO DE CONTROL DE END DE SOLDADURA</b> ARMADO		FR-QAQC-M12						
			HOJA:	1 de 1					
	EMISION:	31/01/2003							
	REVISION:	2							
<b>1. PROYECTO:</b>									
DESCRIPCION DEL ELEMENTO Y/O EQUIPO: BLINDAJE PIQUE VERTICAL TRAMO 11	CODIGO DEL ELEMENTO T68	PLANO DE REFERENCIA 100-OSB SNJ-CF-ME-001	REV. B	FECHA 21-jul-08	REG. 127-143				
ESTANDAR DE REFERENCIA: ASME - SECCION IX									
									
A: ACEPTADO                      R: RECHAZADO									
CÓDIGO DE JUNTA	CÓDIGO DE SOLDADOR	Wps	MT		UT		RT		REPARACIÓN
			A	R	INFORME N°	A	R	INFORME N°	
T68-UT-C76	S-156 / S-156	60	-	-	-	OK		INF GYN-49-08	
T68-RT-C76	S-156 / S-156	60	-	-	-			OK	222-18-RT/08
<b>OBSERVACIONES</b>									
Las placas radiograficas se realizaron en los cruces de la soldadura longitudinal con la soldadura circunferencial									
Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha
Ing. Carlos Colán Ramos		Ing. Carlos Guanilo Parazaman		CWI Danier De la Cruz					
Control de Calidad - IMECON S.A.		Producción - IMECON S.A.		Supervisión ARPL					



# ANEXO 09 PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA CALIFICADO(WPS)

	<b>ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)</b>	FR-QAQC-M04-01	
	(De acuerdo a ASME Sección IX-2004)	HOJA:	1 de 2
	<b>WPS N°:60</b>	EMISION:	01/02/2007
		REVISION:	1

QW-482 - ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)	
Proyecto: <u>EL PLATANAL</u>	Por: <u>Ricardo Espinoza S.A.</u>
Especificación de Procedimiento No. <u>IMECON/WPS-60</u>	Fecha: <u>26/10/2007</u> PQR de soporte: <u>IMECON/PQR-45</u>
Revisión No. <u>0</u>	Fecha: _____
Proceso(es) de soldadura: <u>SAW</u>	Tipo: <u>AUTOMATICO</u>
<b>JUNTA (QW-402)</b> Diseño de junta: <u>Biselado en V, Soldado por ambos Lados</u> Respaldo: (Si) <u>—</u> (No) <u>X</u> Material de respaldo: (Tipo): <u>—</u> <input type="checkbox"/> Metal <input type="checkbox"/> Refractario <input type="checkbox"/> No metálico <input type="checkbox"/> Otro  Esquema, dibujo de fabricación, símbolos de soldadura o descripción escrita debe mostrar el arreglo general de las partes ha ser soldadas. Donde sea aplicable, la apertura de raíz y los detalles de la soldadura debe ser especificada.	<b>Detalles</b>   $\alpha = 60^\circ + 10^\circ$ $f = 3 + 0.5mm$ Junta sin separación

<b>METAL BASE (QW-403)</b>			
N° P: _____	Grupo N°: _____	al N° P: _____	Grupo N°: _____
Especificación de tipo y grado: _____		<b>SUMITEN 780S</b>	
A la especificación de tipo y grado: _____		<b>SUMITEN 780S</b>	
Rango de espesores:			
Metal base:	Ranura: <u>16mm a 80mm</u>	Filete: _____	
Diam. Tubo:	Ranura: <u>3000mm - 3500mm</u>	Filete: _____	
Otro:			

<b>METAL DE APORTE (QW-404)</b>	
Especificación N° (SFA): _____	5.23
AWS No (Clase): _____	F11A6-EG
N° F: _____	F6
N° A: _____	A12
Tamaño del electrodo: _____	3.2 mm
Metal depositado: _____	
Rango de espesores: _____	
Ranura: _____	HASTA 80mm
Fundente (clase): _____	AGLOMERADO BASICO
Fundente nombre comercial: _____	OP121TTW - OE-SD3 2.5%MoCr
Inserto consumible: _____	NINGUNO

**AWS**  
**QC 1**

Jorge B. Merzthal Toranzo  
99118111

CWI

29 OCT 2007

Yancho



ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)

(De acuerdo a ASME Sección IX-2004)

WPS N°:60


FR-QAQC-M04-01

HOJA:	2 de 2
EMISION:	01/02/2007
REVISION:	1

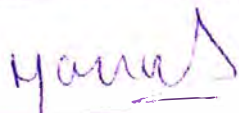

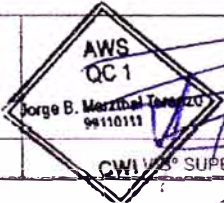
<b>POSICIONES (QW-405)</b>				<b>TRATAMIENTO DE POSTHEATING</b>				
Posicion(es) de ranura		PLANA		Rango de temperatura:		150° C – 200° C		
Progresion		—		Tiempo:		2Hr		
Posicion de filete		—		<b>GAS (QW-408)</b>				
<b>PRECALENTAMIENTO (QW-406)</b>				Composicion Porcentual %:				
Temperatura de Precalentamiento		110°C – 120°C		Gas(es)		Mezcla		
Temperatura de Interpases		150°C		Protección		—		
Mantenimiento precalentamiento:		—		Arrastre		—		
Método de precalentamiento:		Quemador de Gas		Respaldo		—		
<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (QW-409)</b>								
Corriente AC o DC		VER TABLA		Polaridad		VER TABLA		
Rango de amperaje		VER TABLA		Rango de voltaje		VER TABLA		
Tamaño y tipo de electrodo de tungsteno				—				
				(Tungsteno puro, 2% toriado, etc)				
Modo de transferencia en GMAW				—				
				(Arco spray, corto circuito, etc)				
Velocidad de alimentación de alambre				VER TABLA				
<b>TÉCNICA (QW-410)</b>								
Cordón Recto u Oscilante				RECTO				
Orificio o tamaño de protección gaseosa				Ø32mm				
Limpieza inicial y entre pasadas				ESMERILADO Y/O ESCOBILLADO				
Método de resane de raíz				ESMERILADO HASTA EL METAL SANO ANTES DE SOLDAR EL 2º LADO (Pase X+1)				
Oscilación				Sin Oscilación				
Distancia de boquilla a pieza de trabajo				25mm				
Pase múltiple o simple				MULTIPLE				
Electrodo simple o múltiple				SIMPLE				
Velocidad de avance (rango)				VER TABLA				
Martileo				—				
Otro				—				
Pase N°	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje (V)	Velocidad de avance (pulg/min)	Calor Aportado (KJ/mm) Max
		Clase	Diam	Polaridad	Amperaje (A)			
1 -2	SAW	F11A6 - EG	3.25	DCEP	460 - 500	29-30	13 - 14	2.73
3 -X	SAW	F11A6 - EG	3.25	DCEP	460 - 480	29-30	14 - 15	2.43
X+1	SAW	F11A6 - EG	3.25	DCEP	460 - 480	29-30	12 - 13	2.83
X+2 - N	SAW	F11A6 - EG	3.25	DCEP	460 - 480	29-30	13 - 14	2.62
Realizar cordones lo mas delgado posibles (stringer beads)								
En los casos que sea posible aplicar Temper beads (espesores mas gruesos)								
No exceder los valores de Calor Aportado Maximo.								
Apilar en forma adecuada los fundentes, no tenerlo expuesto a la intemperie. Mantener el fundente a 120° C una vez abierto el envase original								
VºBº SUPERVISOR IMECON S.A.		VºBº ING. QA/QC IMECON S.A.				SUPERVISIÓN		




# ANEXO 10 REGISTRO DE CALIFICACION DEL SOLDADOR (WPQ)

	<b>REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR</b> De acuerdo al código ASME - Sección IX		<b>FOR. I TC/M02-05</b>	
			HOJA:	1 de 1
			EMISION:	10/01/2005
			REVISION:	0

REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR (WPQ)			
Nombre del Soldador: <b>Coveñas Castro, José Francisco</b>	No. Estampa: <b>S-259</b>	WPO No.: --	DNI: <b>42242583</b>
Identificación de WPS seguido por el soldador: <b>IMECON / WPS -60</b>		<input checked="" type="checkbox"/> Probeta	<input type="checkbox"/> Soldadura Producción
Especificación de metal base: <b>SUMITEN 780S</b>		Espesor: <b>40.0 mm.</b>	Fecha: <b>25-10-2007</b>
Variables de soldadura ( QW-350 )	Valor Usado en la Calificación	Rango Calificado	
Proceso de Soldadura:	SAW	SAW	
Material Base:	SUMITEN 780S	---	
Respaldo(metal, soldadura, soldadura doble):	Soldado por ambos lados	Soldado por ambos lados	
( x ) Plancha ( ) Tubería (ingrese diámetro, si es tubería):	40.0 mm	---	
Metal Base No. P o S a No. P o S :	SUMITEN 780S	SUMITEN 780S	
Especificación metal aporte (SFA):	5.23	---	
Clasificación metal aporte:	F11A6-EG	---	
Metal de aporte No. F:	F6 con respaldo(soldada por ambos lados)	F6 con respaldo(soldada por ambos lados)	
Inserto Consumible: (GTAW o PAW):	---	---	
Tipo de aporte (GTAW o PAW):	---	---	
Espesor depositado por cada proceso:	40mm	Desde 16mm hasta 80mm	
Posición calificada:	1G	A tope: Plana Filete: Plana	
Progresión vertical (ascendente/descendente):	---	---	
Tipo de gas combustible (OFW):	---	---	
Gas Inerte de respaldo (GTAW, PAW, GMAW):	---	---	
Modo de Transferencia (GMAW):	---	---	
Corriente Tipo/Polaridad (SAW):	DC(+)	---	
Resultado de la Inspección Visual: <b>Acceptable</b>			
Resultado de prueba de doblez guiado			
( x ) Lado QW-462.2		( ) Cara y Raiz Transversal (QW-462.3(a))	
( ) Cara y Raiz Longitudinal (QW-462.3(b))			
Tipo	Resultado	Tipo	Resultado
---	---	DL - 1	Aceptado
---	---	DL - 2	Aceptado
---	---	DL - 3	Aceptado
---	---	DL - 4	Aceptado
Resultado de examen radiográfico alternativo: <b>N.A.</b>			
Informe de inspección radiográfica N°: <b>N.A.</b>			
Nivel ASNT SNT - TC - 1A: <b>N.A.</b>	Nombre de Inspector: <b>N.A.</b>	Firma y Código: <b>N.A.</b>	
Otras Pruebas: <b>N.A.</b>			
Nosotros certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y probadas de acuerdo a los requerimientos del Código ASME Sección IX 2001.			
 VºBº SUPERVISOR IMECON S.A.	 VºBº ING. QC IMECON S.A.	 Jorge B. Merzbal-Toranzo 99110111 CWI VºBº SUPERVISIÓN	<b>29 OCT 2007</b>

## ANEXO 11 REGISTRO DE NO CONFORMIDADES

	<b>REGISTRO DE PRODUCTO NO CONFORME</b>	<b>FR - SDC-005</b> DISEÑO: 06.02.2007 REVISIÓN: 1
N° OT: .....		N°: .....
PROYECTO: .....		
<b>1.- IDENTIFICACION DEL PRODUCTO NO CONFORME</b>		
IDENTIFICADO POR: .....		FECHA DE APERTURA: .....
PRODUCTO: .....		DOCUMENTO: .....
ORIGEN: COMPRAS <input type="checkbox"/> DESARROLLO DEL PRODUCTO <input type="checkbox"/> RECLAMO DEL CLIENTE <input type="checkbox"/>		
RELACIONADOS CON EL PRODUCTO NO CONFORME: PROCESO INT <input type="checkbox"/> CONTRATISTA <input type="checkbox"/> PROVEEDOR <input type="checkbox"/> CLIENTE <input type="checkbox"/>		
(Indicar el nombre) .....		
<b>2.- DESCRIPCION DEL PRODUCTO NO CONFORME</b>		
..... ..... .....		
<b>3.- POSIBLES CAUSAS DEL PRODUCTO NO CONFORME</b>		
..... .....		
<b>4.- RESOLUCION:</b>		
DEFINIDO POR: .....		FIRMA: .....
CONCESION <input type="checkbox"/> RECHAZAR <input type="checkbox"/> REPROCESO <input type="checkbox"/> CORREGIR <input type="checkbox"/>		
OBSERVACIONES: ..... .....		
QA/QC: .....	FIRMA: .....	FECHA: .....
<b>5.- TRATAMIENTO PARA EL LEVANTAMIENTO DEL PRODUCTO NO CONFORME (CORRECCION)</b>		
RESPONSABLE (S): .....		
DESCRIPCION		FECHA
..... ..... .....		..... .....
<b>6.- LEVANTAMIENTO DEL PRODUCTO NO CONFORME (VERIFICACION DE RESULTADOS)</b>		
RESPONSABLE: .....		FIRMA: .....
QA/QC: .....		FECHA: .....
<b>7.- APROBACION FINAL</b>		
DERIVACIONES CORRECTIVAS: SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
V°B° QA/QC IMECON S.A.	V°B° JEFE DEL PROCESO	V°B° SGC / SUPERVISION

# ANEXO 12 PROCEDIMIENTO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA

	<b>CALIFICACION DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b>	
	PR-QACC-M03	
	NO. DE PAGINA	1 de 2
	EMISION	01-03-2007
	REVISION	0

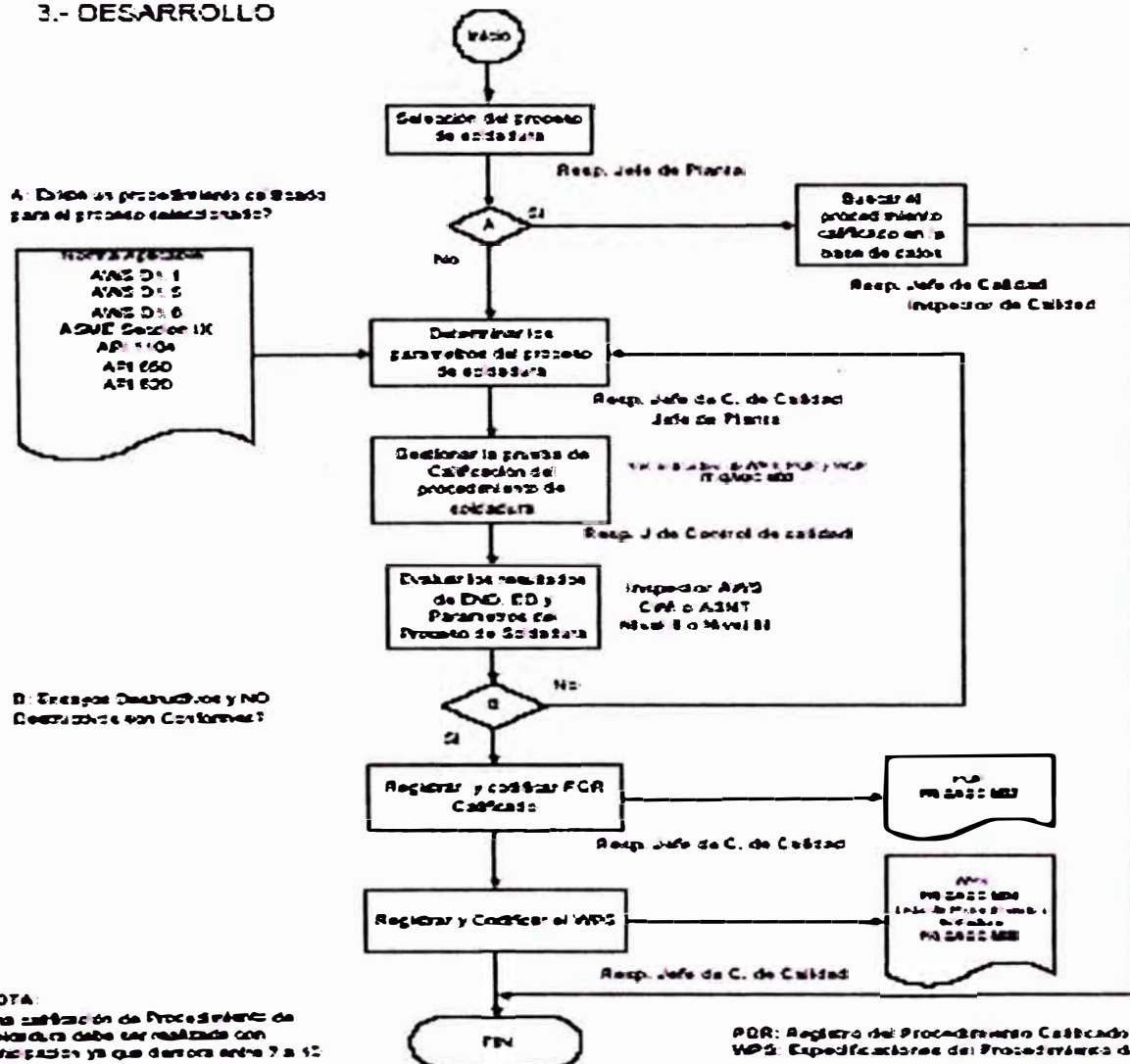
## 1.- OBJETIVO

Realizar la Selección y/o Calificación de los Procedimientos de soldadura (PQR y WPS) aplicables a cada OT antes de iniciar los trabajos de soldadura.

## 2.- ALCANCE

Se aplica al proceso de Soldadura antes, durante y después de la fabricación de cada OT.

## 3.- DESARROLLO





# ANEXO 13 : PROCEDIMIENTO DE INSPECCION EN LA RECEPCION DE MATERIALES Y EQUIPOS

	<b>PROCEDIMIENTO DE INSPECCION EN LA RECEPCION DE MATERIALES Y EQUIPOS</b>	<b>PR-QAQC-M05</b>	
		HOJA:	1 de 1
		EMISION:	01-02-2007
		REVISION:	0

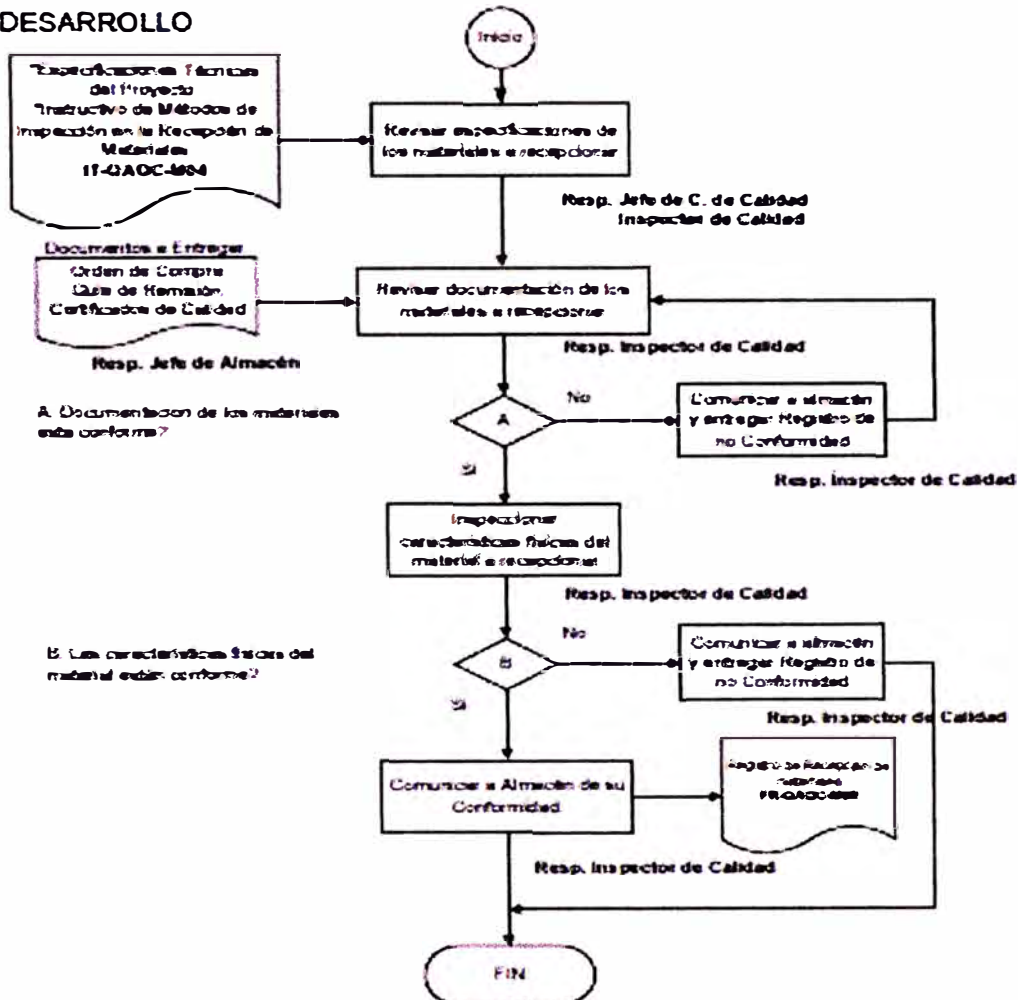
## 1.- OBJETIVO

Determinar las secuencias de actividades aplicables a la recepción de materiales tanto en planta como en obra.

## 2.- ALCANCE

El alcance de este procedimiento es aplicable a la recepción de materiales y componentes comprados a proveedores o suministros del cliente con el fin de asegurar que cumplan los requisitos establecidos en el plan de puntos de inspección.

## 3.- DESARROLLO



## 4.- RESPONSABLES

- Jefe de Control de Calidad.
- Jefe de Almacén.
- Inspector de Control de Calidad.

## 5.- REGISTROS

- Registro de Recepción de Materiales y Equipos





PROYECTO CENTRAL HIDROELECTRICA EL PLATANAL

OC. DEL CLIENTE N°: PC-008736

LISTA DE EQUIPOS DE MEDICION Y SEGUIMIENTO

COO:00	R-0400-228
FECHA:	
RECIBO:	18/11/2007
CL:	1 de 1

PROYECTO										AREA	SECTOR	FECHA	REGISTRO
CENTRAL HIDROELECTRICA EL PLATANAL										TALLER LAQUINARIAS	U1A	12/11/2007	127 - 001
ITEM	NOMBRE / DESCRIPCION INSTRUMENTO O EQUIPO	RANGO DE MEDICION	CODIGO DE IDENTIFICACION	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA DE CALIBRACION	PRÓX. FECHA CALIBRACION	N. DE CERTIFICADO DE CALIBRACION	CALIBRADO POR	ESTADO	OBSERVACIONES	
01	CANTAMETRICA LINEALE 300 mm	mm	EDMF-002	STALEY	30-107	NORDICA	25/10/2007	27/10/2008	685-965-CLL-2011	ADVANCED METROLOGY	CALIBRADO	-	
02	CANTAMETRICA LINEALE 8.0m	mm	EDMF-025	STALEY	30-66	NORDICA	27/10/2007	27/10/2008	703-1010-CLL-2011	ADVANCED METROLOGY	CALIBRADO	-	
03	CANTAMETRICA LINEALE 8.0m	mm	EDMF-027	STALEY	30-66	NORDICA	27/10/2007	27/10/2008	703-1020-CLL-2011	ADVANCED METROLOGY	CALIBRADO	-	
04	BRIDGE CALIBRAJE	mm	EBC2-008	GAL. GAGE CO.	NORDICA	EC-4634	25/10/2007	27/10/2008	700-1002-CLL-2011	ADVANCED METROLOGY	CALIBRADO	-	
05	WELD FILLET GAGE	mm	EWFG-003	GAL. GAGE CO.	NORDICA	F2307	26/10/2007	26/10/2008	7011-1003-CLL-2011	ADVANCED METROLOGY	CALIBRADO	-	
06	V-WRC GAGE	mm	EWVQ-005	GAL. GAGE CO.	NORDICA	V41355	25/10/2007	27/10/2008	7002-1004-CLL-2011	ADVANCED METROLOGY	CALIBRADO	-	
07	TERMOMETRO INFRAROJO DIGITAL (-30 C a 500 C)	°C	ETD-009	EYTECH	4215	0800042	26/10/2007	26/10/2008	6516-1736-CLT-2010	ADVANCED METROLOGY	CALIBRADO	-	
08	VERNER	mm	EVER-007	MULTIVO	CD-6 CSX8	0290 350	25/10/2007	25/10/2008	685-965-CLL-2011	ADVANCED METROLOGY	CALIBRADO	-	
09	PINZAMETRICA (600V/1000A)	Amparos, Voltios	EPA-010	FLUKE	337	1380130	12/02/2007	12/02/2008	637-165-CLT-2010	ADVANCED METROLOGY	CALIBRADO	-	
10	TERMOMETRO ANALOGICO DE CONTACTO	°C	ETAC-005	PTC	32C	6160	12/02/2007	12/02/2008	634-173-CLT-2010	ADVANCED METROLOGY	CALIBRADO	-	
11	PSICROMETRO DE VELOZ	°C	EPV-011	ENOHAFACH	NORDICA	K-104736	18/10/2007	18/10/2008	5828-165-CLT-2010	ADVANCED METROLOGY	CALIBRADO	Pan mix de Temp. Bulbo Seco, Humedad, Hume. absoluta, hura.	
12	MEDIDOR DE ESPESORES DE PELICULA SECA	mil / milims	EMPS-008	POSTECTOR	60D-F2	63340	26/10/2007	26/10/2008	700-369-CLL-2011	ADVANCED METROLOGY	CALIBRADO	-	
13	MEDIDOR DE PERFIL DE FLUIDOSIDAD	mil / milims	EMPRO2	TEXREX	280S-10	LX2807	25/10/2007	27/10/2008	685-965-CLL-2011	ADVANCED METROLOGY	CALIBRADO	-	
APROBACION FINAL:													
<p>Ing. Carlos Colla Ramos VºP CONTROL DE CALIDAD - IMECON S.A.</p>				<p>Marc Segovia Montenegro VºP PRODUCCION - IMECON S.A.</p>				<p>Diego de la Cruz VºP SUPERVISION - CLIENTE</p>					

ANEXO 14: LISTA DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE MEDICIÓN



LOG DE NO CONFORMIDADES

FR-GOQC-26

PROYECTO: CENTRAL HIDROELECTRICA EL PLATANAL

Version	0
Moja	1 de 1
Emisión	15/07/2007
Revisión	0

OT - 127 (2007)

NO.	No. NCR.	DESCRIPCION DE OBSERVACION	FECHA DE EMISION	PROCESO	RESPONSABLE	RESPONSABLE HALLAZGO	MOTIVO DE NCR	PROBABLES CAUSAS	TRATAMIENTO PARA EL LEVANTAMIENTO DE NCR	TIEMPO ESTIMADO PARA EL CIERRE (N° DE DIAS)	TIEMPO TRANSCURRIDO PARA EL CIERRE (N° DE DIAS)	FECHA DE CIERRE	ESTADO
1	OT 127-01	1 En la veta T8-01 se detectó un Golpe de arco fuera de la zona de la soldadura por tanto hay que evitarlos pues estos están prohibidos ya que pueden ser un tipo de fisura	14/11/2007	ARMADO	MARCO SEGONIA	MARIO YI	Golpe de arco por mala operación de electrodos.	Operador no capacitado.	Se limpió la zona con amoníaco y se aplicó Tinte penetrante hasta que se eliminó cualquier tipo de microfisuras que se hayan encontrado. Se volvió a calificar al soldador responsable y se le dio nueva inducción del trabajo	2	2	16/12/2007	LEVANTADA
2	OT 127-02	2 En la veta T8-01, el anillo de refuerzo A1 de espesor de 34mm presenta mal corte con medidas de 2mm	14/12/2007	HABILITADO	MARCO SEGONIA	MARIO YI	Defectos de corte en el bisel	Operario no reguló correctamente los parámetros para el corte.	Se esmeró las muescas formadas por el defecto de corte y se realizó Testes penetrantes para descartar cualquier tipo de microfisuras que se pudieran haber ocasionado. Se volvió a calificar al soldador y se le dio nueva inducción del trabajo	1	1	15/12/2007	LEVANTADA
3	OT 127-03	En el ensamble de anillos de refuerzo se observó que en algunos sectores del penetrante tubo - anillo hay una abertura de aproximadamente de 7 a 9 mm entre la superficies de contacto	18/12/2007	ARMADO	MARCO SEGONIA	ALDO GOMEZ	Mala preparación de junta	No se compartió correctamente las medidas entre el anillo de refuerzo y la veta.	Se retiró el anillo de refuerzo mal armado, se limpió los apuntalamientos y se volvió a colocar el refuerzo compartiendo adecuadamente la luz a lo largo de la junta.	1	1	19/12/2007	LEVANTADA
4	OT 127-04	En las vetas T-15-2, T-16-1, T-16-2, T-17-1, T-17-2, T-18-1, T-19 se detectó que el espesor final de las juntas mencionadas están en un promedio de 10mm siendo el mínimo requerido 12 mm	14/01/2008	PINTURA	MARCO SEGONIA	RICHARD MARTINEZ	Bajas espesores de pintura	No se controló en tiempo la aplicación de pintura.	Se aplicó una capa adicional de pintura para alcanzar el espesor mínimo de pintura requerido para el proyecto. Se realizó charra de inducción del procedimiento de pintado al personal involucrado en el proceso.	2	2	16/01/2008	LEVANTADA
5	OT 127-05	En la soldadura de fiere de los anillos de refuerzo del tubo se observó el segundo pase de soldadura al lado del tubo con falta de fusión, escarp y soldadura irregular entre el metal base y la soldadura, en total 60cm.	14/02/2008	SOLDADURA	MARCO SEGONIA	ALDO GOMEZ	No se cumplió con WPS de soldadura	Soldador no reguló correctamente los parámetros.	Se retiró la soldadura defectuosa, realizando tests penetrantes para garantizar la ausencia de defectos y se volvió a soldar según procedimiento.	1	1	16/02/2008	LEVANTADA
6	OT 127-06	En las vetas T8-3 se detectó que en el armado del anillo de refuerzo A2 tiene una luz de 70mm la cual está fuera de tolerancia, producto de esto es que el apuntalamiento se ha desprendido	16/04/2008	ARMADO	MARCO SEGONIA	CARLOS COLAN	Mala preparación de junta	No se compartió correctamente las medidas entre el anillo de refuerzo y la veta.	Se retiró el anillo de refuerzo mal armado, se limpió los apuntalamientos y se volvió a colocar el refuerzo compartiendo adecuadamente la luz a lo largo de la junta.	1	1	18/04/2008	LEVANTADA
7	OT 127-07	En la veta T85-3 se detectó mal armado de los anillos, uno de estos se armó a una distancia que no era la adecuada, no estaba perpendicular a la veta.	12/05/2008	ARMADO	MARCO SEGONIA	JULIO CAQUI	Mala lectura de plano.	No se tomó la referencia correctamente para la distribución de anillos.	Se retiraron los anillos mal ubicados y se volvieron a colocar de acuerdo a plano verificado por QC. Se entregó esquema de ubicación de esquemas más detallado a los supervisores de Campo para evitar que se repitan los mismos errores.	2	2	14/05/2008	LEVANTADA
8	OT 127-08	La veta T36-1 presenta un defecto de corte pronunciado de aproximadamente 16mm de profundidad y un área dañada de 40cmx40cm. Producido por una mala aplicación del CORTE	18/05/2008	ARMADO	MARCO SEGONIA	PEDRO MEDRANO	Defectos de corte en el bisel	Operario no reguló correctamente los parámetros para el corte.	Se esmeró las muescas formadas por el defecto de corte, se resino con soldadura según WPS elaborado para tal fin y se realizó Testes penetrantes para descartar cualquier tipo de microfisuras que se pudieran haber ocasionado. Se volvió a calificar al soldador y se le dio nueva inducción del trabajo al personal involucrado en el proceso de habilitado.	1	1	20/05/2008	LEVANTADA
9	OT 127-09	En la veta T36-1 el espesor promedio de pintura es de 8.5mm de espesor cuando lo recomendado según el procedimiento de pintado es de 12.0 mm.	24/05/2008	PINTURA	MARCO SEGONIA	RICHARD MARTINEZ	Bajas espesores de pintura	No se controló en tiempo la aplicación de pintura.	Se aplicó una capa adicional de pintura para alcanzar el espesor mínimo de pintura requerido para el proyecto. Se realizó charra de inducción del procedimiento de pintado al personal involucrado en el proceso.	2	2	26/05/2008	LEVANTADA

ANEXO 15: CONSOLIDADO DE NO CONFORMIDADES

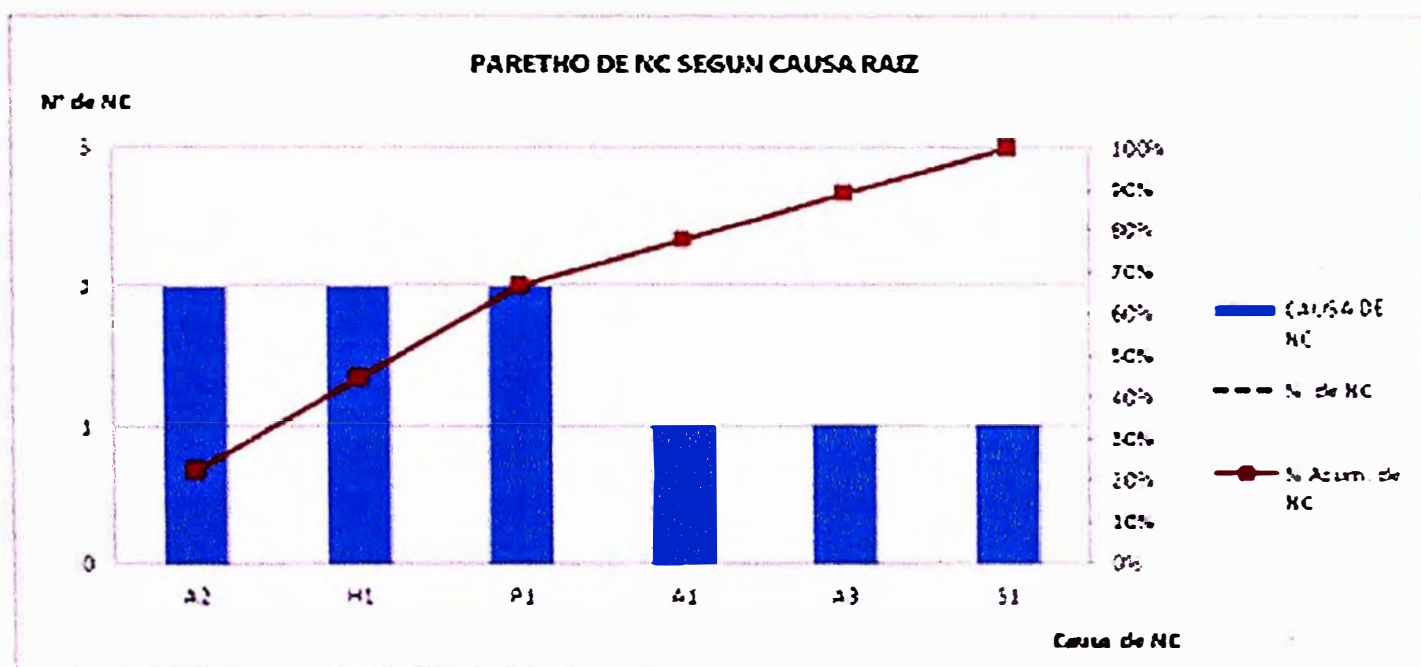


## ANEXO 15: ANALISIS DE CAUSA DE NO CONFORMIDADES

### ANALISIS DE CAUSA DE NO CONFORMIDADES DEL PROYECTO

PROCESO	CODIGO	MOTIVO DE NO CONFORMIDADES	CANT.
ARMADO	A1	Soldador no respetó procedimiento de trabajo.	1
	A2	No se compartió correctamente las medidas entre el anillo de refuerzo y la vareta.	2
	A3	No se tomó la referencia correctamente para la distribución de anillos.	1
HABILITADO	H1	Operario no reguló correctamente los parámetros para el coete.	2
PINTURA	P1	No se controló en húmedo la aplicación de pintura.	2
SOLDADURA	S1	Soldador no reguló correctamente los parámetros de soldado.	1

Nota: Las No conformidades que se mencionan provienen del consolidado de NC del proyecto, Ver Anexo 15.



#### ANALISIS DE CAUSA.-

Del Pareto podemos concluir que las No Conformidades A2, H1 y P1 son el 67% del total y las de mayor incidencia, por lo que estas serán las que atacaremos para implementar mejoras. También en el análisis de las tres causas A2, H1 y P1 se concluyó que el problema principal es que el personal no ha entendido el procedimiento del trabajo encargado.

#### OPORTUNIDADES DE MEJORA.-

Falta capacitación al personal que está involucrado en los procesos de fabricación, esta capacitación debe estar acompañada de una evaluación constante como medio de verificación de los resultados de la acción correctiva realizada.

#### ACCIONES CORRECTIVAS REALIZADAS

Capacitación del procedimiento específico de trabajo a ejecutar para el personal involucrado en los distintos procesos de fabricación, esto con la finalidad de disminuir el número de NC y el costo por reproceso. La capacitación del personal se realizó junto con las charlas diarias de seguridad, las cuales fueron realizadas por los ingenieros encargados del proyecto y los supervisores de planta de los procesos de Habilitado, Armado, Pintura, Soldadura, etc.

La evaluación se realizó en el proceso de fabricación por los supervisores de planta que son los maestros operarios, quienes supervisan de manera más cercana el trabajo realizado por el personal Obrero.