

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD PARA EL  
MONTAJE DE ESPESADORES SOLDADOS EN OBRA”**

**INFORME DE EXPERIENCIA LABORAL PARA OBTENER  
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO**

**AUTOR: Bachiller Mario Miguel Sanchez Pintado**

**CALLAO – OCTUBRE - 2016**

**PERÚ**

## **DEDICATORIA**

**A mis padres por darme la vida y  
parte de su tiempo para un  
día ser un profesional.**

**A mi madre en especial que  
desde el cielo me sigue iluminando  
para llegar a ser un Ingeniero**

## **AGRADECIMIENTO**

**Agradecimiento a mis padres  
por su lucha diaria.**

**A mi esposa por ser el apoyo  
y darme el aliento que  
necesitaba para poder continuar  
la búsqueda del Título Profesional.**

**ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL**  
**MODALIDAD: INFORME DE EXPERIENCIA LABORAL**

A los VEINTIDOS días del mes de DICIEMBRE del dos mil dieciséis, siendo las 2:30 horas, se procedió a la instalación del Jurado de Exposición de Informe de Experiencia Laboral de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía (Resolución Decanal N° 007-2016-D-IEL-J-EXP- IEL), conformado por los siguientes docentes:

- PRESIDENTE : Dr. OSCAR TEODORO TACZA CASALLO
- SECRETARIO : Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY
- VOCAL : Dr. PABLO MAMANI CALLA
- ASESOR : Mg. RUBÉN FRANCISCO PÉREZ BOLIVAR

Con el fin de dar inicio a la EXPOSICIÓN DEL INFORME DE EXPERIENCIA LABORAL presentado por el Sr. Bachiller MARIO MIGUEL SÁNCHEZ PINTADO, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de INGENIERO MECÁNICO, expondrá el Informe de Experiencia Laboral, titulado: “ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD PARA EL MONTAJE DE ESPESADORES SOLDADOS EN OBRA”

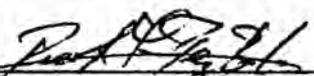
Con el quórum reglamentario de Ley se dio inicio a la Exposición de Informe de Experiencia Laboral de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente, luego de las preguntas formuladas y efectuadas las deliberaciones pertinentes, se acordó dar por aprobado con el calificativo de Buena al señor Bachiller MARIO MIGUEL SÁNCHEZ PINTADO.

Con lo que se dio por cerrada la sesión a las 3:50 del día 22 de Diciembre del 2016.

  
Dr. OSCAR TEODORO TACZA CASALLO  
PRESIDENTE

  
Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY  
SECRETARIO

  
Dr. PABLO MAMANI CALLA  
VOCAL

  
Mg. RUBÉN FRANCISCO PÉREZ BOLÍVAR  
ASESOR

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y DE ENERGÍA**

**INFORME DEL JURADO DE EXPOSICION**  
**PARA LA OBTENCIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**  
**MODALIDAD: INFORME DE EXPERIENCIA LABORAL**

A los VEINTIDOS días del mes de DICIEMBRE del dos mil dieciséis, se reunió el Jurado de Exposición de Informe de Experiencia Laboral de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, conformado por los siguientes docentes:

- PRESIDENTE : Dr. OSCAR TEODORO TACZA CASALLO
- SECRETARIO : Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY
- VOCAL : Dr. PABLO MAMANI CALLA
- ASESOR : Mg. RUBÉN FRANCISCO PÉREZ BOLIVAR

Luego de dar por finalizado la EXPOSICIÓN DEL INFORME DE EXPERIENCIA LABORAL, titulado: "ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD PARA EL MONTAJE DE ESPESADORES SOLDADOS EN OBRA", siendo el autor el Sr. Bachiller MARIO MIGUEL SÁNCHEZ PINTADO.

No habiendo observación alguna de parte del Jurado, se acordó dar por aprobada con el calificativo de BUENO y se declara apto para optar el Título profesional de INGENIERO MECÁNICO al señor Bachiller MARIO MIGUEL SÁNCHEZ PINTADO.

Bellavista, 22 de Diciembre del 2016

  
Dr. OSCAR TEODORO TACZA CASALLO  
PRESIDENTE

  
Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY  
SECRETARIO

  
Dr. PABLO MAMANI CALLA  
VOCAL

  
Mg. RUBÉN FRANCISCO PÉREZ BOLÍVAR  
ASESOR

## Índice General

Introducción.....	9
<b>CAPITULO I</b>	
1. Objetivos.....	10
<b>CAPITULO II</b>	
2. Organigrama de la Empresa Haug S.A.....	11
<b>CAPITULO III</b>	
3. Actividades desarrolladas por la Empresa .....	12
3.1. Actividades desarrolladas por la empresa Haug S.A.....	12
3.2. Breve reseña Histórica.....	13
3.3. Misión.....	14
3.4. Visión.....	14
3.5. Política de Calidad, Seguridad y Medio Ambiente.....	14
<b>CAPITULO IV</b>	
4. Descripción detallada del Proyecto de Ingeniería.....	16
4.1. Marco Teórico.....	17
4.2. Conceptos Básicos.....	18
4.2.1. Calidad.....	18
4.2.2. Gestión de Calidad.....	18
4.2.3. Aseguramiento de Calidad.....	18
4.2.4. Control de Calidad.....	18
4.2.5. Normas.....	18
4.2.6. Códigos.....	19
4.2.7. Estándar.....	19
4.2.8. Especificación.....	19

4.2.9. No Conformidad (NCR).....	19
4.2.10. Plan de Calidad.....	19
4.2.11. Plan de Puntos de Inspección (PIE).....	19
4.2.12. Registro de Calificación de Procedimiento de Soldadura (PQR).....	19
4.2.13. Especificación de Procedimiento de Soldadura (WPS).....	20
4.2.14. Calificación del Soldador (WPQR).....	20
4.2.15. Sistema de Pintura.....	20
4.2.16. Punto de Rocío.....	20
4.2.17. Cimentación.....	20
4.2.18. Escarificado.....	20
4.2.19. Grout.....	20
4.2.20. Trazabilidad.....	20
4.2.21. Cliente.....	21
4.2.22. Sedimentación.....	21
4.2.23. Dossier de Calidad.....	21
4.2.24. Ferrita.....	21
4.2.25. Pasivado.....	21
4.3. Responsabilidades.....	21
4.3.1. Gerente de Proyecto.....	21
4.3.2. Ingeniero Residente.....	21
4.3.3. Jefe de Seguridad.....	21
4.3.4. Supervisor de Seguridad.....	22
4.3.5. Jefe de Aseguramiento y Control de Calidad.....	22
4.3.6. Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad.....	22
4.3.7. Asistente de Control de Calidad.....	22
4.3.8. Topógrafo.....	22
4.3.9. Línea de Mando (Supervisor y Capataz).....	22
4.3.10. Personal Operativo.....	22
4.3.11. Organigrama del Proyecto.....	23

## CAPITULO V

5. Descripción del Montaje de Espesadores.....	24
5.1. Diagrama de Flujo de Procesos.....	26
5.2. Ubicación del Proyecto.....	27
5.3. Gestión de Aseguramiento y Control de Calidad.....	29
5.4. Trabajos Previos al Inicio de Montaje del Espesador.....	31
5.5. Trabajos de Construcción en el Montaje del Espesador.....	32
5.5.1. Verificación de la Cimentación.....	32
5.5.2. Manipuleo de Planchas.....	33
5.5.3. Montaje del Eje del Rastrillo o Columna Central.....	35
5.5.4. Montaje de Plataforma Central y Puente del Espesador.....	37
5.5.5. Montaje de Planchas de Piso.....	40
5.5.6. Armado de Anillos del Espesador.....	42
5.5.7. Soldadura de Juntas del Cilindro (Verticales, Horizontales), Fondo (Piso), Anillo de Rigidez y Canaleta de Rebose (Launder).....	44
5.5.8. Montaje de Tanque de Alimentación (Feedwell) y Tubería de Alimentación (Feed Pipe).....	52
5.5.9. Montaje de Mecanismo y Rastras.....	54
5.6. Ensayos No Destructivos (NDT).....	57
5.6.1. Ensayo de Líquidos Penetrantes.....	57
5.6.2. Inspección Visual de Soldadura.....	61
5.6.3. Ensayo de Radiografía.....	65
5.7. Prueba de Fugas.....	71
5.7.1. Prueba de Vacío.....	71
5.7.2. Prueba Neumática.....	73
5.7.3. Prueba Hidrostática.....	73

5.8.	Protección Superficial.....	75
5.8.1.	Resane de Pintura (Touch Up).....	75
5.8.2.	Pintura de Acabado.....	76
5.8.3.	Prueba de Adherencia.....	78
5.8.4.	Pasivado.....	80
5.9.	Plan de Calidad.....	81
5.10.	Plan de Puntos de Inspección y Ensayo (PIE).....	94
5.11.	Registro de Calificación de Procedimiento de Soldadura (PQR).....	104
5.12.	Especificación de Procedimiento de Soldadura (WPS).....	126
5.13.	Calificación del Soldador (WPQR).....	133
5.14.	Procedimiento de Montaje de Espesador.....	138
5.15.	Procedimiento de Recepción de Materiales y Equipos.....	146
5.16.	Procedimiento de Inspección de Tintes Penetrantes.....	152
5.17.	Procedimiento de Inspección Visual de Soldadura.....	160
5.18.	Procedimiento de Prueba de Vacío.....	169
5.19.	Procedimiento de Prueba Neumática.....	176
5.20.	Procedimiento de Prueba Hidrostática.....	182
5.21.	Procedimiento de Touch Up y Pintura de Acabado.....	188
5.22.	Procedimiento de Radiografiado de Uniones Soldadas.....	196

## CAPITULO VI

6.	Evaluación Técnico - Económico	
6.1	Costos de Calidad.....	212
6.1.1.	Costos de Prevención.....	213
6.1.2.	Costos de Evaluación.....	213

6.1.3. Costos de Fallos.....	213
6.2. Cronograma de Actividades para el Montaje de Espesadores en Obra.....	215
6.3. Gastos por reprocesos por Falta de Aseguramiento y Control de Calidad.....	216
Conclusión.....	217
Recomendación.....	218
Referencias.....	219
Índice de Figuras y Tablas.....	221
Índice de Figuras.....	221
Índice de Tablas.....	224
Anexos.....	225
Planos del Espesador.....	226
Certificaciones del Personal.....	247
Relación de Soldadores.....	250
Relación de Equipos e Instrumentos de Medición.....	253
Registros de Liberación.....	257

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el reto de la industria es utilizar mejor sus recursos y optimizar sus tiempos de producción y calidad del producto para obtener la satisfacción del cliente.

La minería en el Perú y el mundo está sufriendo una expansión sin precedentes, pero este avance al ser tan abrupto y repentino, en ocasiones no es acompañado por las actividades de apoyo.

En República Dominicana se realizó el Proyecto "Pueblo Viejo" desarrollado por la minera Barrick. Para el montaje de esta planta de proceso participaron empresas peruanas como GyM, Cosapi y Haug S.A. Es la empresa peruana Haug S.A. la que realizó el montaje de 07 Espesadores, 03 de Acero Estructural (A36), 02 de Acero Inoxidable Dúplex (SA 240 Tipo 2304) y 01 de Acero Inoxidable 316L, bajo la supervisión de la empresa canadiense FLUOR.

En el proyecto "Pueblo Viejo" me desempeñe como Inspector de Control de Calidad realizando labores de Aseguramiento y Control de Calidad de los Espesadores, la cual consistía en la correcta recepción de materiales, equipos suministrados por el cliente, Inspección Visual de Soldadura, Inspección de Tintes Penetrantes, Ensayos de Fuga y la coordinación con la empresa responsable de realizar los ensayos de Radiografía.

Todas estas actividades se realizaron en coordinación con la supervisión para su aprobación y de esta manera cumplir las especificaciones y el cronograma establecido en el proyecto.

Además se elaboró toda la documentación de calidad (Dossier de Calidad) de los Espesadores, para su respectiva revisión y posterior aprobación por parte del cliente.

En el presente informe se describe el Aseguramiento y Control de Calidad en el Montaje de Espesadores en Obra, mencionando los Conceptos de Calidad, Responsabilidades del Proyecto, Plan de Calidad, Plan de Puntos de Inspección, Procedimientos de Soldadura, Procedimiento de Montaje, Procedimientos de Ensayos No Destructivos y Procedimiento de Pintura que se aplicaron.

Hacemos indicación que toda la documentación que fue presentada a la supervisión para su aprobación tenían su propio formato y numeración.

Así mismo se mencionarán los problemas que se presentaron antes, durante y después del Montaje de los Espesadores en Obra y las soluciones que se tomaron durante el proyecto "Pueblo Viejo".

Se muestra el cronograma de actividades del Montaje del Espesador en Obra y un cuadro comparativo de los costos donde se indica el gasto que se tuvo por no realizar un correcto Aseguramiento y Control de Calidad.

El área de Aseguramiento y Control de Calidad fue responsable de Verificar, Inspeccionar, Revisar y Atestiguar; respaldándose en planos aprobados, normas, códigos, estándares y especificaciones técnicas del proyecto.

## CAPÍTULO I

### 1.1. Objetivo

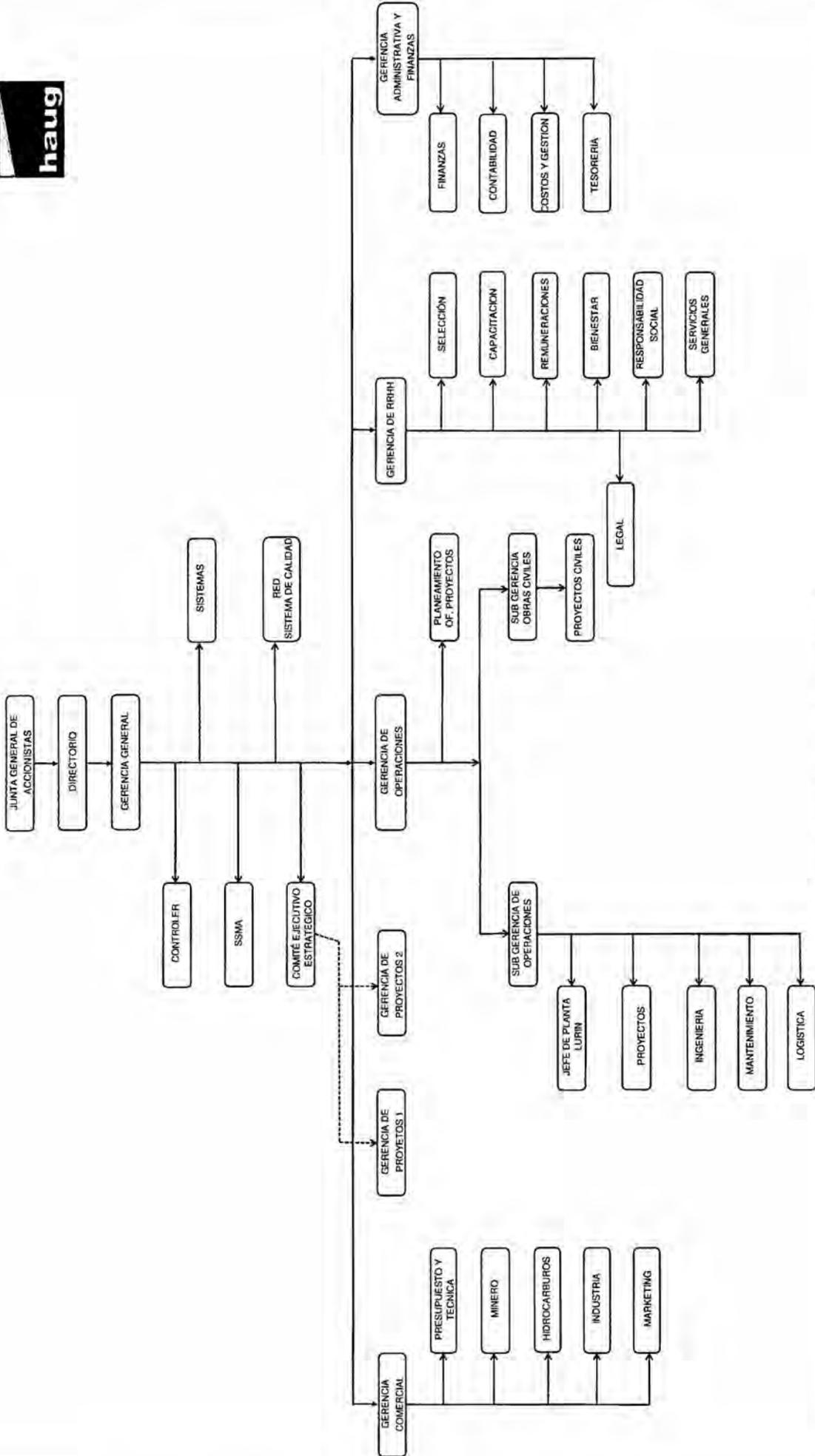
- Describir una correcta Gestión de Calidad en el Montaje de Espesadores en Obra, cumpliendo con las exigencias del cliente.
- Describir la secuencia de Montaje de Espesadores en Obra para un correcto funcionamiento.



**Espesadores del Proyecto "Pueblo Viejo"  
República Dominicana**

## CAPÍTULO II

### 2.1. Organigrama de la Empresa Haug S.A.



Fuente: Manual de Calidad - Empresa Haug S.A.

## CAPÍTULO III

### ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA

#### 3.1. Actividades desarrolladas por la Empresa Haug S.A.

Haug S.A. es una empresa peruana del sector metal-mecánico con presencia en República Dominicana, Chile y Argentina.

Haug S.A. realiza ingeniería de diseño, básica y de detalle, fabricación y montaje de estanques de almacenamiento y de procesos, Espesadores, estructuras y fabricaciones metalmecánicas de todo tipo, así como calderería abarcando una amplia gama de servicios relativos a la ingeniería, construcción y montaje.

Haug S.A. se ha desarrollado con una clara filosofía de atención al cliente, por medio de la ampliación y diversificación de sus servicios, actividades y productos. Aplica permanentemente criterios de solvencia técnica, seriedad empresarial, actualización tecnológica, seguridad industrial, gestión de calidad, modernización de equipos y estricto cumplimiento de plazos o anticipación a los mismos y competitividad en los precios.

Participa en el desarrollo del país, principalmente a través de los sectores petróleo y gas, industrial, minero, construcción, energético, pesquero, transportes y otros

Haug S.A. es una empresa que cuenta con certificación en las normas ISO 9001, ISO 14001 y OSHAS 18000, las cuales involucra Calidad, Salud, Seguridad y Medio Ambiente.

Las actividades que realiza la empresa son:

#### a) Ingeniería

Elabora la ingeniería básica, ingeniería de detalle, planos de fabricación y de montaje para los diferentes proyectos que ejecuta en los sectores minero-metalúrgicos, hidrocarburos e infraestructura.

#### b) Planificación

En la planificación se determina, cuando sea apropiado y dependiendo del alcance del proyecto, se plantea lo siguiente: objetivos y metas de calidad, requisitos del producto, se establecen procesos y documentos los cuales sirven para aprobar los controles y procesos, proporciona recursos específicos para la realización del producto, asegurando la compatibilidad de los procesos de ingeniería, fabricación y montaje.

#### c) Fabricación y Montaje

Realizar la fabricación de servicio bajo condiciones controladas, tales condiciones incluyen, cuando sea aplicable la disponibilidad de información que describa las características del producto,

instructivos de trabajo (incluyendo las actividades de inspección y prueba).

La fabricación y montaje se realiza con los planos respectivos en última revisión y aprobados por el cliente.

**d) Control de Calidad**

Aplican controles e inspecciones que involucran el empleo de personal calificado, así como de instrumentos y equipos calibrados. Se aplican registros para documentar las inspecciones y/o pruebas y sus resultados, tales como: recepción de materiales, trazabilidad, control dimensional, inspección visual de soldadura, tintes penetrantes, radiografía, ultrasonido, partículas magnéticas, protección superficial, prueba hidrostática, además de elaboración y calificación de procedimientos de soldadura y soldadores. También emplea registros para: verificación topográfica, verticalidad de estructuras, medición de parámetros eléctricos, medición de continuidad, alineamiento de equipos, grouting y nivelación.

**e) Salud, Seguridad y Medio Ambiente**

Considera la Salud, Seguridad y Medio Ambiente como valores intrínsecos de la empresa.

La participación activa de todo el personal cumple un papel fundamental para el logro de los objetivos y metas, velando por la seguridad y salud de todos los empleados mediante la prevención y control de riesgos en sus actividades.

Otro aspecto fundamental es la protección del medio ambiente de cualquier efecto adverso resultante de las operaciones, minimizando el impacto ambiental provocado por el consumo de recursos, generación de residuos y demás.

### **3.2. Breve Reseña Historia**

Haug S.A. fue creada el 14 de abril de 1949, por el Ing. Sven Haug Andersen, inicialmente llamada Factoría Metálica S.C. Haug, dedicada a la fabricación y montaje de tanques metálicos para almacenamiento de hidrocarburos.

A lo largo de los años, Factoría Metálica S.C. Haug, amplió sus servicios y productos, alcanzando a fabricar tuberías, ductos, chutes, estructuras metálicas, acero inoxidable, instalaciones electromecánicas, almacenes, naves industriales, ingeniería básica, de detalle y fabricación, como la ejecución de proyectos llave en mano.

En la actualidad Haug S.A. cuenta con una planta de fabricación ubicada en Lurín.

### 3.3. Misión

Prestar servicio de su especialidad con los más altos niveles de calidad, seguridad, cumplimiento y rentabilidad para la plena satisfacción de sus clientes y el cumplimiento de su responsabilidad social y empresarial:

**-Con nuestra gente:** formamos y desarrollamos personas autónomas y creativas que trabajan en equipo.

**-Con nuestros proveedores:** proporcionamos su confianza e identificación con las necesidades de la empresa, generando relaciones comerciales a largo plazo.

**-Con nuestros clientes:** brindamos servicios de ingeniería, construcción y montaje, con los más altos niveles de calidad, seguridad y cumplimiento.

**-Con nuestros accionistas:** somos una empresa ordenada, innovadora, solida, con crecimiento y rentabilidad sostenida.

**-Con sociedad peruana:** estamos comprometidos con el desarrollo del país y con una cultura de responsabilidad social y empresarial.

**-Con el mundo:** respetamos la diversidad cultural, difundimos conocimientos y llevamos calidad humana a donde llegamos, cuidamos y protegemos el medio ambiente.

### 3.4. Visión

Ser empresa líder de Ingeniería, Construcción y Montaje, con crecimiento en el Perú y presencia en el extranjero, basado en exigentes criterios de calidad e innovación, garantizando a sus clientes un servicio de excelencia.

### 3.5. Política de Calidad, Seguridad y Medio Ambiente

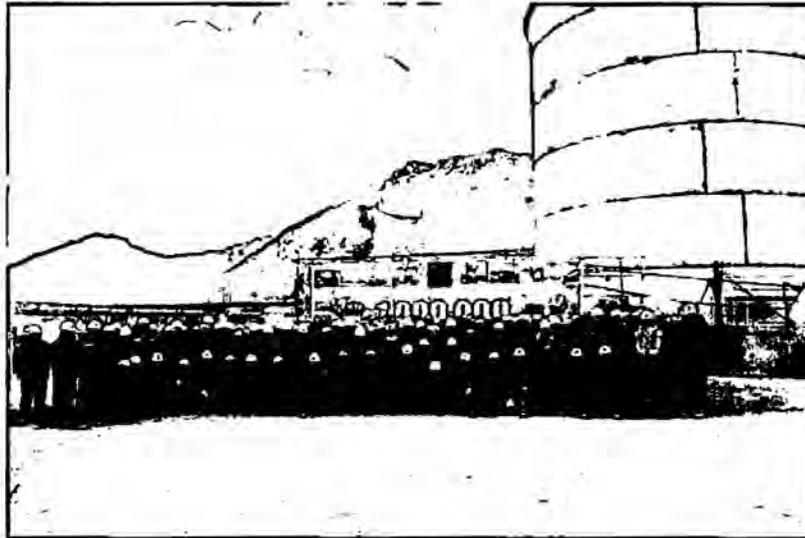
Haug S.A. como empresa dedicada a prestar servicios de Ingeniería, Construcción y Montaje y contando con el compromiso de la alta dirección y participación activa de todo el personal se compromete:

- Lograr la satisfacción de sus clientes brindándoles productos con la más alta calidad.
- Buscar el constante desarrollo profesional de sus trabajadores.
- Alcanzar la máxima rentabilidad de la empresa,
- Proteger al medio ambiente de cualquier efecto adverso resultante de sus operaciones, minimizando el impacto ambiental provocado por el consumo de recursos y generación de residuos.
- Velar por la seguridad y salud ocupacional de todos sus empleados en el sitio del trabajo, así como de las partes interesados (contratistas, proveedores y visitantes), mediante la prevención y control de los peligros significativos identificados en sus actividades de trabajo (trabajos en altura, espacios confinados, equipos

móviles, izaje y manipulación mecánica, sustancias peligrosas, exposición al ruido).

- Cumplir con los requisitos legales aplicables y los requisitos internos que la empresa considere necesarios para asegurar la calidad de los servicios que brinda y la seguridad, salud ocupacional y protección del medio ambiente en las actividades que realiza.
- Mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad, seguridad, salud ocupacional y medio ambiente en sus procesos y en los servicios que brinda.

**Figura N°1 Personal de la Empresa Haug S.A.**



**Fuente: Empresa Haug S.A.**

## **CAPÍTULO IV**

### **DESCRIPCION DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERIA**

Para realizar un correcto Aseguramiento y Control de Calidad de los Espesadores soldados en Obra, se debe de tener el conocimiento del equipo del cual se va a montar, por lo que todo el personal involucrado debe de tener a su alcance las normas aplicables, las especificaciones técnicas del proyecto, planos y los alcances del contrato.

Antes del inicio del Montaje de Espesadores en Obra, tanto el Jefe y los Inspectores de Aseguramiento y Control de Calidad, revisaron las especificaciones, planos, normas y códigos aplicables en el proyecto. Esto es algo que se debe de entender si queremos de verdad que la fiabilidad de la inspección sea la exigida en función de sus características de funcionamiento.

El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, no puede cumplir con sus tareas adecuadamente si no es provisto con los criterios apropiados de aceptación y rechazo.

Para hacer cumplir las especificaciones técnicas del proyecto, normas y códigos aplicables en el Montaje de Espesadores en Obra, el inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, tiene conocimientos sobre los materiales a utilizar, cómo funciona el Espesador y cómo debe de quedar para un correcto funcionamiento. Así mismo tiene conocimientos en las normas API 650, ASME IX y ASTM y cómo aplicarlas en el Montaje de Espesadores en Obra.

Con la finalidad de realizar un correcto Aseguramiento y Control de Calidad en los Espesadores Obra, y por exigencia de las Especificaciones Técnicas y la norma API 650 se realizaron ensayos no destructivos a las juntas de soldadura del casco (cilindro), fondo y conexiones de los Espesadores, estos ensayos fueron: Inspección Visual de Soldadura, Tintes Penetrantes, Radiografía, Prueba de Vacío y Prueba Neumática.

La consecuencia de realizar trabajos de Aseguramiento y Control de Calidad sin tener el respectivo conocimiento son:

- Los involucrados aceptan responsabilidades sin tener autoridad ni calificación.
- Realizar re-trabajos
- Reparaciones innecesarias
- Reparaciones necesarias sin realizar, no realizan el seguimiento respectivo
- No se hace uso efectivo de las posibilidades brindadas por las especificaciones
- Demoras costosas al proyecto
- Decisiones sin fundamento técnico
- Baja satisfacción del cliente

- Incremento del riesgo de fallas

Todas estas indicaciones originan que se realice un mal trabajo, generando rechazos y provocando en el cliente desconfianza de los trabajos realizados.

Realizar los trabajos de Aseguramiento y Control de Calidad de forma correcta nos permite:

- Reducir la ineficiencia, reduciendo los costos y aumentando la productividad
- Reducir re-trabajos
- Reducir los tiempos de construcción
- Construir elementos con altas posibilidades de buena performance en servicio
- Optimizar los procesos y recursos
- Mejorar la cooperación y comunicación entre los involucrados
- Demostrar el cumplimiento de las obligaciones contractuales

Tanto el Jefe como los Inspectores de Aseguramiento y Control de Calidad tienen como objetivo realizar un correcto Montaje de los Espesadores en Obra, cumpliendo con los requerimientos contractuales, en el plazo establecido y con el presupuesto asignado.

La principal preocupación de la Gerencia del Proyecto radica en disminuir costos, los cuales pueden verse afectados por malos trabajos o reprocesos durante el Montaje de los Espesadores.

#### **4.1. Marco Teórico**

El objetivo del Aseguramiento y Control de Calidad es proporcionar un marco común de referencia para la definición y puesta en marcha de los planes específicos de Aseguramiento y Control de Calidad aplicables a proyectos concretos.

Para asegurar la calidad de los productos o elementos resultantes se debe de realizar un conjunto de actividades que servirán para:

- Reducir, eliminar y prevenir las deficiencias de calidad de los productos o elementos.
- Alcanzar una razonable confianza en que las prestaciones y servicios esperados por el cliente queden satisfechos.

Para conseguir estos objetivos, es necesario desarrollar un plan de Aseguramiento y Control de Calidad que se aplicara durante la planificación del proyecto de acuerdo a la estrategia adoptada en la gestión del proyecto.

En el plan de Aseguramiento y Control de Calidad se reflejan las actividades de calidad a realizar (normales o extraordinarias), los estándares a aplicar, los productos o elementos a revisar, los procedimientos a seguir en la obtención de los distintos productos o elementos.

## **4.2. Conceptos Básicos**

### **4.2.1. Calidad**

La Calidad no puede definirse fácilmente, por ser una apreciación subjetiva, por lo que se puede mencionar: la calidad como el conjunto de características o requisitos de un producto o servicio, que le confieren una aptitud de uso, para satisfacer las necesidades de los clientes.

Se puede definir la calidad desde varios puntos de vista, de estos se puede mencionar:

- Desde una perspectiva del producto
- Desde una perspectiva de usuario
- Desde una perspectiva de producción
- Desde una perspectiva de valor

### **4.2.2. Gestión de la Calidad**

La Gestión de Calidad, es una serie de actividades coordinadas que se llevan a cabo sobre un conjunto de elementos que pueden ser: recursos, procedimientos, documentos, estructura organizacional y estrategias. De esta manera se logra la calidad de los productos o servicios que se ofrecen al cliente, es decir, planear, controlar y mejorar aquellos elementos de una organización que influyen en la satisfacción del cliente.

### **4.2.3. Aseguramiento de la Calidad**

El Aseguramiento de la Calidad es un sistema que pone énfasis en los productos, desde su diseño hasta el momento de envío al cliente, concentra sus esfuerzos en la definición de procesos y actividades que permiten la obtención de productos conforme a las especificaciones.

Su objetivo:

1.- Que no puedan llegar al cliente productos o servicios defectuosos

El Aseguramiento de la Calidad nace como una evolución natural del Control de Calidad, que resultaba limitado y poco eficaz para prevenir la aparición de defectos.

### **4.2.4. Control de Calidad**

El Control de Calidad es el conjunto de técnicas y procedimientos de que se sirve la dirección para orientar, supervisar y controlar todas las etapas del proceso hasta la obtención de un producto de la calidad deseada.

El Aseguramiento y Control de Calidad son dos componentes esenciales que se han desarrollado para garantizar la gestión, funcionalidad total y cumplir con todos los requisitos de todos los productos o servicios.

### **4.2.5. Normas**

Una norma es un documento que establece, por consenso y con la aprobación de un organismo conocido, reglas y criterios para usos comunes y repetidos.

#### **4.2.6. Códigos**

Un código es un cuerpo de leyes dispuestas de manera sistemática para facilitar su consulta y uso. Debido a que el código tiene un estatus legal, es por definición obligatorio.

#### **4.2.7. Estándar**

Un estándar se fundamenta para el uso de una regla o base de comparación en la medición de la calidad, cantidad, contenido.

#### **4.2.8. Especificación**

Una especificación es una descripción detallada de las partes de un conjunto; una declaración o enumeración de datos, en cuanto a tamaño real o requerido, calidad, rendimiento, términos, etc. Por lo tanto, describe toda la información pertinente técnica para un material, producto, sistema o servicio e indica la forma de determinar que los requisitos se han cumplido.

#### **4.2.9. No Conformidad (NCR)**

No Conformidad es el incumplimiento de un requisito.

#### **4.2.10. Plan de Calidad**

El Plan de Calidad, es el documento donde se establece el proceso y secuencias de las actividades relacionadas a la calidad con base en la norma ISO 9001:2008.

#### **4.3.11. Plan de Puntos de Inspección y Ensayo (PIE)**

El Plan de Puntos de Inspección y Ensayo (PIE), es el documento que muestra las inspecciones, ensayos y/o pruebas a ser consideradas para el control de diversas etapas del montaje, de acuerdo con los requisitos de calidad y estándares aplicables.

#### **4.2.12. Registro de Calificación de Procedimiento de Soldadura (PQR)**

El Registro de Calificación de Procedimiento de Soldadura (PQR), es un registro de variables registradas durante la soldadura de las muestras de ensayo.

Contiene los resultados de las pruebas de los especímenes probados, estas pruebas son:

- Prueba de Tensión (Tracción)
- Ensayo de dobles guiado
- Prueba de Impacto (Charpy)

No se permite cambios en el Registro de Calificación de Procedimiento de Soldadura, es un registro de lo que sucedió durante el ensayo.

El Registro de Calificación de Procedimiento de Soldadura (PQR) que se use para apoyar la Especificación de Procedimiento de Soldadura (WPS) estará disponible a la solicitud para análisis por parte del inspector, el

Registro de Calificación de Procedimiento de Soldadura (PQR) no estará disponible para el soldador u operario soldador.

#### **4.2.13. Especificación de Procedimiento de Soldadura (WPS)**

La Especificación de Procedimiento de Soldadura (WPS), es un procedimiento calificado y escrito preparado para proveer las directrices para hacer la soldadura de producción en conformidad con los requerimientos del código.

Deberá de estar disponible para referencia y análisis para el inspector en el sitio de fabricación.

#### **4.2.14. Calificación del Soldador (WPQR)**

La Calificación del Soldador (WPQR), es el documento donde se registran las condiciones de la prueba efectuadas por el soldador, los resultados de ella y los tipos de soldadura para las que el soldador queda calificado. Es decir, documento donde se recogen todos los datos que valoran la aptitud del soldador y los diferentes tipos de soldaduras que puede realizar, por haber demostrado su competencia para ello.

#### **4.2.15. Sistema de Pintura**

El Sistema de Pintura es la combinación de una o más capa de pintura de acuerdo con la superficie a la que se aplica.

#### **4.2.16. Punto de Rocío**

El Punto de Rocío es la temperatura a la que empieza a condensarse el vapor de agua, conteniendo en el aire, produciendo cualquier tipo de nube, en caso de que la temperatura sea lo suficiente baja.

#### **4.2.17. Cimentación**

La cimentación, es el conjunto de elementos estructurales de una edificación, cuya misión es transmitir sus cargas o elementos apoyados a ella al suelo, distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales.

#### **4.2.18. Escarificar**

Escarificar, consiste en la disgregación de la superficie del terreno y su posterior compactación a efectos de homogeneizar la superficie de apoyo, confiriéndole las características de acuerdo a la especificación.

#### **4.2.19. Grout**

Grout es un relleno estructural que se coloca bajo las estructuras y maquinaria.

#### **4.2.20. Trazabilidad**

La trazabilidad, es la aplicación o la localización de todo aquello que está bajo consideración.

La trazabilidad puede estar relacionada con:

- El origen de los materiales y partes
- La historia del procesamiento
- La distribución y localización del producto después de su entrega

#### **4.2.21. Cliente**

El cliente, es la persona o compañía que ejerce propiedad legal del producto o proyecto a construirse.

#### **4.2.22. Sedimentación**

La sedimentación, es la separación de partículas sólidas en suspensión de un líquido que se verifica por asentamiento gravitacional

#### **4.2.23. Dossier de Calidad**

El Dossier de Calidad, es un conjunto de documentos o informes acerca de un determinado proyecto.

#### **4.2.24. Ferrita**

La ferrita, es una solución sólida que no disuelve casi nada de carbono y tiene una muy baja resistencia mecánica. Es magnética.

La ferrita crítica y es evaluada para asegurar:

- Resistencia a la corrosión
- Resistencia a la tracción
- Tenacidad de la soldadura

#### **4.2.25. Pasivado**

El Pasivado, es el proceso de limpieza que se realiza a los aceros inoxidable después de ser afectados por procesos térmicos (cortes, soldadura, etc.) o cuando ha sido expuesto a elementos de Acero Estructural (A36).

### **4.3. Responsabilidades**

#### **4.3.1. Gerente de Proyecto**

Responsable de hacer cumplir los procedimientos presentados a la supervisión y asegurar los recursos para la correcta ejecución de los trabajos.

#### **4.3.2. Ingeniero Residente**

Responsable de revisar las secuencias de trabajo, solicitar los recursos necesarios y monitorear el cumplimiento de los procedimientos presentados a la supervisión.

#### **4.3.3. Jefe de Seguridad**

Responsable de la emisión de la documentación de seguridad que se requiera a lo largo de las actividades de Montaje de Espesadores.

#### **4.3.4. Supervisor de Seguridad**

Responsable de prevenir accidentes y lograr los objetivos de la Gestión de Seguridad.

#### **4.3.5. Jefe de Aseguramiento y Control de Calidad**

Responsable de monitorear el cumplimiento de los procedimientos, coordinación y emisión de la documentación de calidad de Espesadores presentados a la supervisión.

#### **4.3.6. Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad**

Responsable de la emisión de la documentación de calidad que se requiera para garantizar el cumplimiento de los requerimientos del cliente, así mismo es responsable de las inspecciones indicadas en el Plan de Inspección y Ensayo.

Reportar hallazgos de algún defecto.

#### **4.3.7. Asistente de Calidad**

Apoyo del Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad en campo.

#### **4.3.8. Topógrafo**

Responsable de planificar la realización de trabajos topográficos en general ya sea en la parte tanto en trabajos civiles como mecánicos.

#### **4.3.9. Línea de Mando (Supervisor y Capataz)**

Verificar que se cuente con todos los medios necesarios y adecuados para realizar el trabajo en forma segura y con calidad.

Hacer cumplir cabalmente los procedimientos presentados a la supervisión.

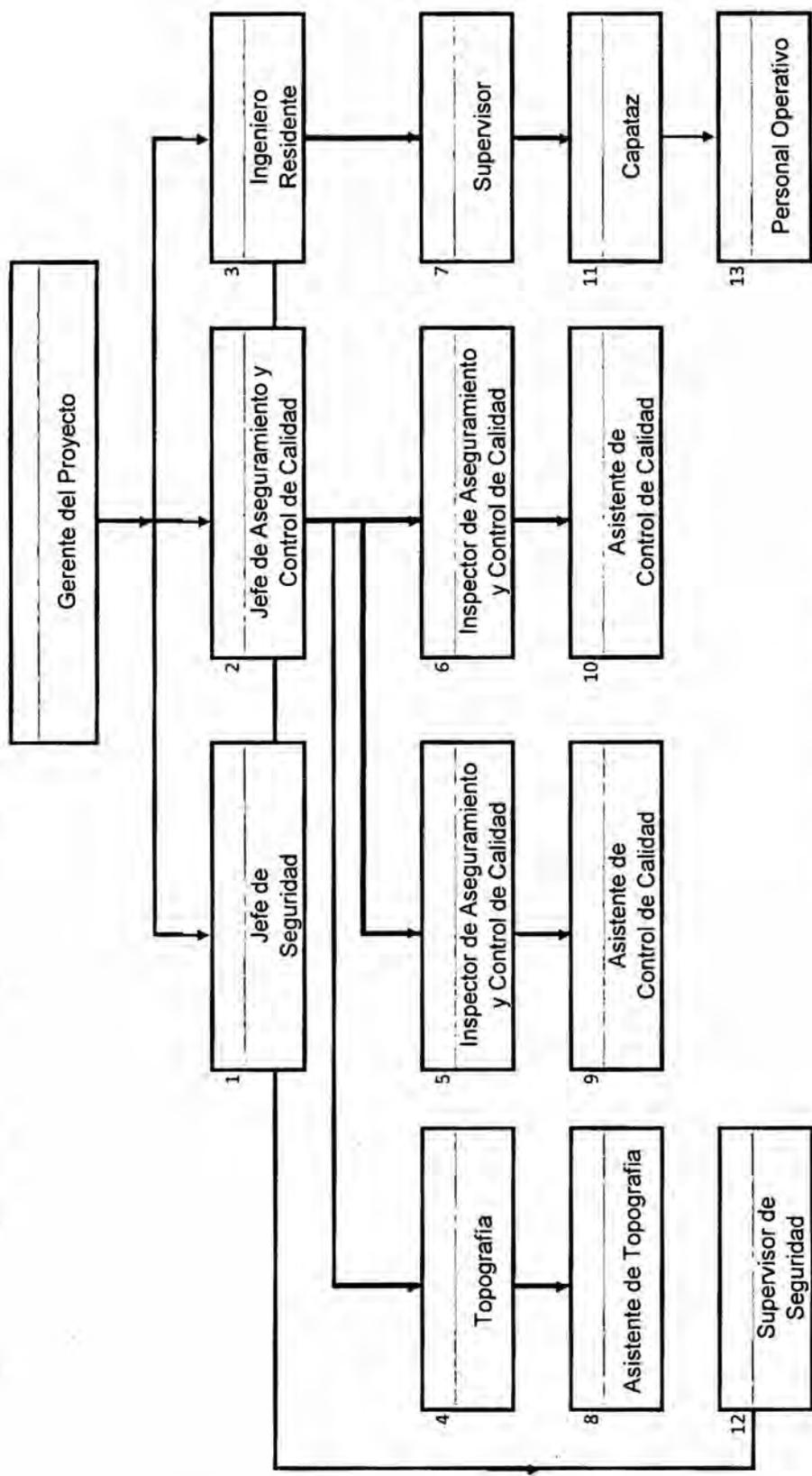
#### **4.3.10 Personal Operativo**

Personal capacitada para realizar las actividades de montaje bajo la supervisión del Supervisor y/o Capataz.

### 4.3.11. ORGANIGRAMA DEL PROYECTO



Contratista: **HAUG S.A.**  
Proyecto: **Montaje de Espesadores, Proyecto Pueblo Viejo Republica Dominicana**



Fuente: Empresa HAUG S.A.

## CAPÍTULO V

### DESCRIPCIÓN DEL MONTAJE DE ESPESADORES

Los Espesadores son tanques o aparatos que sirven para espesar los concentrados y relaves de la flotación, por el procedimiento de quitarles agua que contiene, es decir, el trabajo de los Espesadores es mantener en movimiento las pulpas del concentrado y relaves, haciendo más denso y espesos por la eliminación de cierto porcentaje de agua, el agua clara rebalsa por la parte superior de las canaletas de rebose (launder). La recuperación del agua es muy importante, ya que es un elemento que se utiliza con intensidad en la minería, el suministro y uso se ha convertido en un gran problema para las mineras.

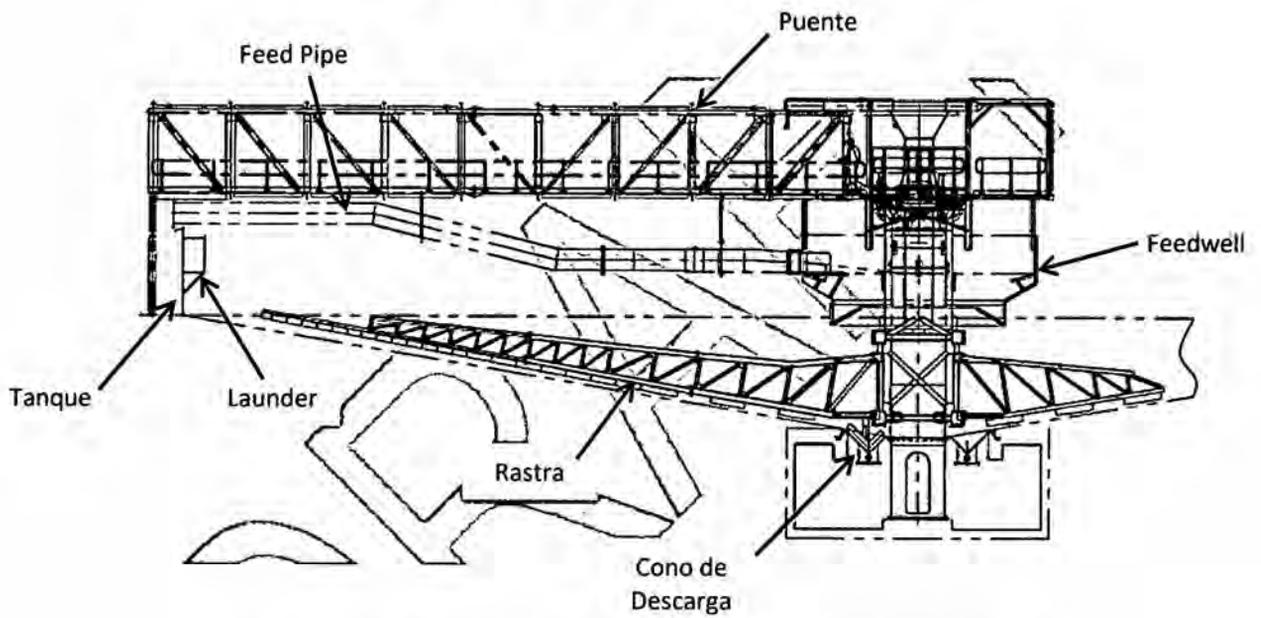
El principio por el cual el Espesador recupera el agua es la sedimentación por gravedad, la cual consiste en la separación sólido-líquido para recuperar tanta agua como sea posible.

El Espesador trabaja en forma continua, tiene un rastrillo (rastra) que sirve para empujar lentamente, hacia el centro las partículas sólidas que se van asentando en el fondo en forma de barro espeso, con el fin de sacarlos por el cono de descarga. Al mismo tiempo los rastrillos (rastras) evitan que el lodo se endurezca demasiado en el fondo; y si no existieran estos no habría forma de sacarlos o descargarlos.

Partes principales del Espesador:

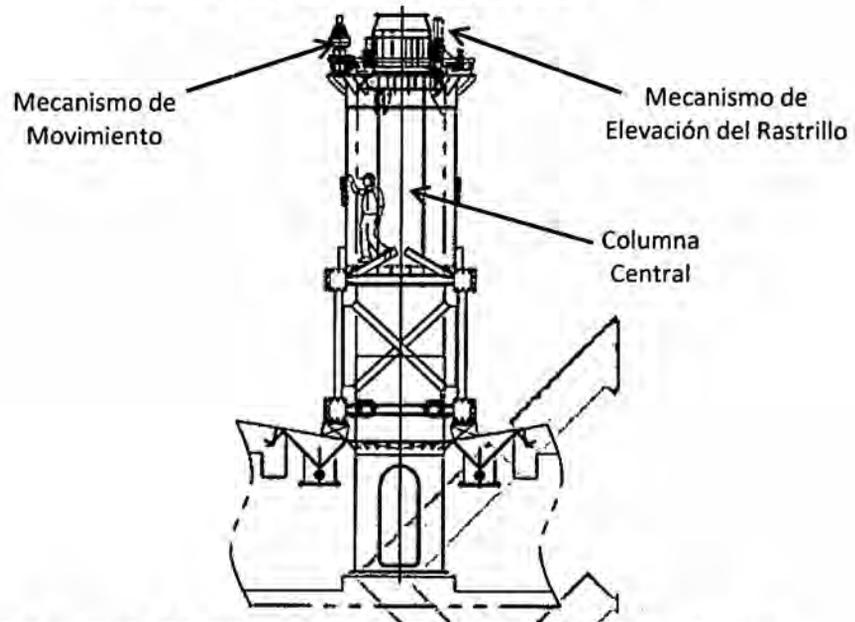
- Tanque o cilindro
- Rastrillo o rastra
- Eje de rastrillo o Columna Central
- Tanque de alimentación (Feedwell)
- Cono de descarga
- Canaleta de rebose (Launder)
- Mecanismo de elevación de rastrillo
- Mecanismo de movimiento
- Puente
- Tubería de Alimentación (Feed Pipe)

**Figura N°2. Partes del Espesador**



**Fuente: Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento de Espesadores - Outotec**

**Figura N°3. Partes del Espesador**



**Fuente: Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento de Espesadores - Outotec**

El montaje de Espesadores se realizó bajo ciertas normas, las cuales fueron:

- API 650, Welded Steel Tank Oil Storage
- API 5L. Specification for Line Pipe
- ASME Section IX, Welding and Brazing Qualifications
- AWS A5.1, Specification for Carbon Steel Electrodes for Shield Metal Arc Welding

Los materiales que se utilizaron para el montaje Espesadores son:

- ASTM A36, Estándar Specification for Carbon Structural Steel
- ASTM A240, Estándar Specification for Heat-Resisting Chromium-Nickel Stainless Steel Plat, Sheet and Strip for Pressure Vessels
- ASTM A53, Estándar Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc Coated, Welded and Seamless
- ASTM A307, Estándar Specification for Carbon Steel Bolts and Studs, 6000 PS Tensile Strenght
- ASTM A325, Estándar Specification for Structural Bolts, Steel, Heat Trated,
- ASTM A563, Estándar Specification for Carbon Alloy Steel Nuts
- ASTM F436, Estándar Specification for Hardened Steel Washer

## **5.2. Ubicación del Proyecto**

El proyecto "Pueblo Viejo" se encuentra ubicado al noroeste de la ciudad de Santo Domingo, capital de la República Dominicana, ciudad de Cotui, Provincia de Sánchez Ramírez, a una altura de 260m sobre el nivel del mar.

El proyecto "Pueblo Viejo" es una explotación de oro y plata a tajo o cielo abierto.

En este proyecto las comunidades cercanas, se beneficiaron tanto en lo económico como en lo social.

El proyecto "Pueblo Viejo" ejecuto un Plan de Desarrollo Local que tuvo impacto en la provincia apoyando importantes iniciativas productivas buscando alianzas con las instituciones gubernamentales y fomentando la cooperación inter-empresarial, mejoras en la educación y en las comunidades cercanas al proyecto.

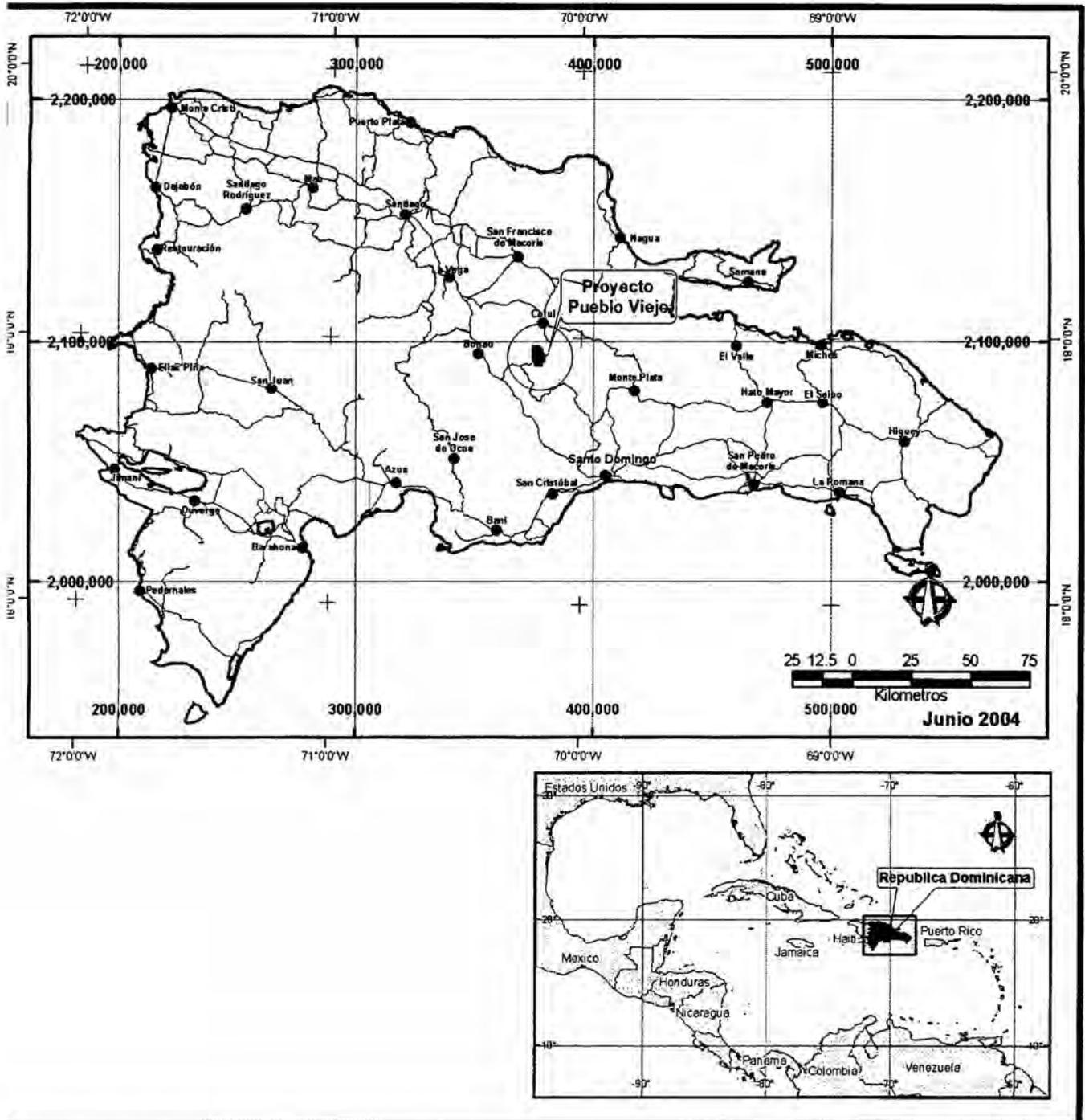
Figura N°4. Ubicación del Proyecto "Pueblo Viejo"

UOR

mining & Metals

GENERAL SITE CONDITIONS

GENERAL MAP OF THE DOMINICAN REPUBLIC



Fuente: Especificación del Proyecto "Pueblo Viejo" - República Dominicana

### **5.3. Gestión de Aseguramiento y Control de Calidad**

La Gestión de Aseguramiento y Control de Calidad, consistió en presentar toda la documentación solicitada por el cliente, asegurando que la construcción sea realizada de acuerdo a los planos, códigos, normas y especificaciones. Adicionalmente se proporcionaron pruebas documentadas que confirmaron que las inspecciones de Aseguramiento y Control de Calidad se fueron realizadas.

Los principales fundamentos de la Gestión de Aseguramiento y Control de Calidad fueron:

- Consecución de la plena satisfacción del cliente
- Desarrollo de un proceso de mejora continua en todas las actividades
- Participación de todo el personal involucrado
- Toma de decisiones basada en datos

En el proyecto "Pueblo Viejo" el Jefe de Aseguramiento y Control de Calidad, fue el responsable de coordinar todas las actividades de supervisión, inspección y la documentación de Calidad. Monitoreó las actividades de construcción y de calidad de la manera necesaria para proporcionar con adecuada certidumbre, de tal manera que sean tomadas las medidas más apropiadas para controlar y alcanzar la mejor calidad.

La Gestión de Calidad se inició con la presentación de toda la documentación respectiva.

La documentación para el Montaje de Espesadores que se presentó en el proyecto fue:

- Plan de Calidad
- Plan de Puntos de Inspección
- Registro de Calificación de Procedimiento de Soldadura (PQR)
- Especificación de Procedimiento de Soldadura (WPS)
- Calificación de Soldadores (WPQR)
- Procedimientos de Montaje de Espesadores
- Procedimientos de Pruebas de Fuga (Prueba Neumática, Prueba de Vacío, Prueba Hidrostática)
- Procedimiento de Ensayos No Destructivos (Inspección Visual de Soldadura, Líquidos Penetrantes, Radiografía)
- Formatos de Inspección
- Certificados de Calibración de Equipos e Instrumentos
- Certificaciones del Personal

Toda esta documentación se aprobó por la supervisión o cliente antes de dar inicio a los trabajos de Montaje de Espesadores.

El Jefe de Aseguramiento y Control de Calidad recibió toda la documentación aprobada por la supervisión o el cliente, la cual mantuvo ordenada para cuando fue solicitada para la auditoría interna y externa que se realizó en el proyecto.

Los documentos que fueron observados, se volvieron a presentar en una nueva revisión para levantar dichas observaciones hasta su aprobación por la supervisión.

El Jefe de Aseguramiento y Control de Calidad fue el responsable de difundir esta información entre los Inspectores de Aseguramiento y Control de Calidad bajo su cargo y a todo el personal involucrado en los trabajos del montaje del Espesador.

Se encargó de realizar charlas de calidad a todo personal que se incorporaba al proyecto de los trabajos a realizar. Las charlas de calidad tuvieron mayor énfasis al personal que realizó los trabajos en acero inoxidable dúplex (SA 240 Tipo 2304), debido al control de los valores de ferrita que se le tenía que hacer al material.

Los valores de ferrita deberían de estar dentro del siguiente rango según especificación:

Material Base: 40 a 60% de Ferrita  
Materiales Consumibles: 20 a 70% de Ferrita

Los valores de ferrita obtenidos en el proyecto fueron favorables, no teniendo ningún valor fuera del rango especificado.

Los valores de ferrita fueron tomado con el instrumento llamado ferritoscopio, el cual fue utilizado por el Supervisor de Soldadura o Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad.

**Figura N°5. Medición de valores de ferrita a junta de soldadura en probeta para calificación de soldador**



**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

**Figura N°6. Valores de Ferrita tomados en la soldadura de probeta para calificación de soldador**



**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

#### **5.4. Trabajos Previos al Inicio de Montaje del Espesador**

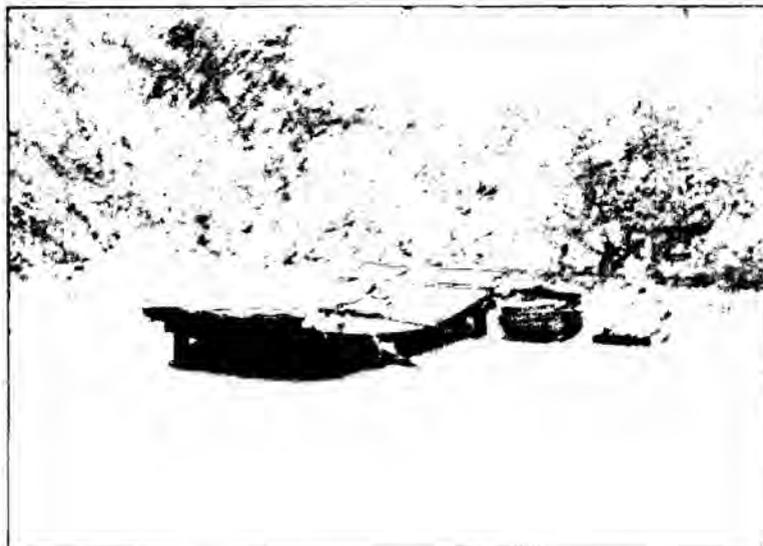
Antes del inicio del Montaje del Espesador, el Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, inspeccionó los materiales del almacén de obra antes de ser retirados, donde se verificó que estos materiales se encuentren en buenas condiciones, de acuerdo a las especificaciones y planos aprobados.

Cuando se detectaba que los materiales no estaban de acuerdo a las especificaciones y planos aprobados, el Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad elaboraba el registro de No Conformidad (NCR) respectivo.

Una vez verificado los materiales, estos eran retirados del almacén y enviados a la zona de trabajo.

También se realizaba la Verificación de la Cimentación del Espesador.

**Figura N°7. Mal Almacenamiento de planchas del cilindro del Espesador**



**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

## **5.5. Trabajos de Construcción en el Montaje del Espesador**

### **5.5.1. Verificación de la Cimentación**

La Verificación de la Cimentación del cilindro del Espesador, se realizó con el trazo de los ejes y la verificación de los niveles de acuerdo a los requerimientos de los planos aprobados y al API 650, Sección 7, Ítem 7.5.5.2.b donde mencionaba:

“Cuando se proporciona la losa de concreto, los primeros 30cm (1 pie) de la base (o la anchura del anillo angular), medida desde el exterior radialmente hacia el centro, deberá de cumplir con los requisitos del anillo de concreto. El resto de la fundación será de +/- 13mm (1/2 pulg) del diseño”.

En el proyecto, durante el proceso de recepción de la cimentación, se detectó que esta no tenía la pendiente respectiva según plano aprobado, lo que generó que la cimentación sea rechazada por el Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad de la empresa Haug S.A., comunicándole a la supervisión para su respectiva corrección.

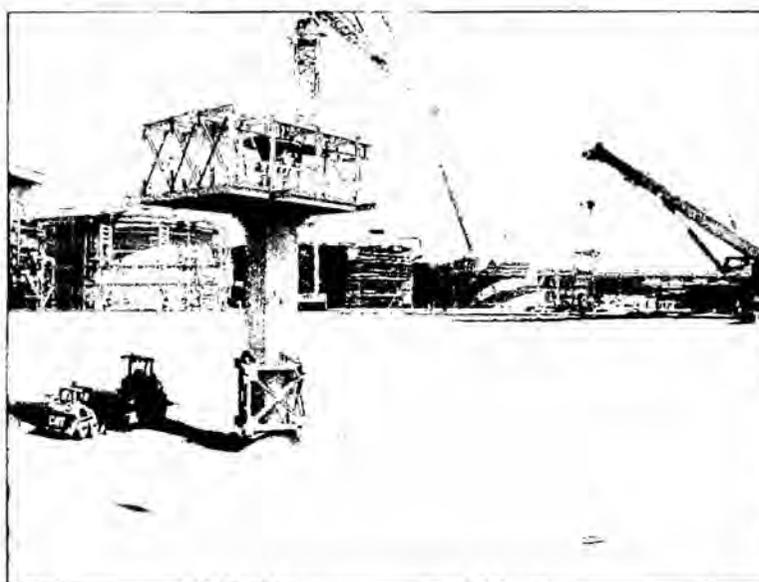
No tener la cimentación la pendiente respectiva, originaba que las planchas de fondo se deformen con mayor facilidad durante el proceso de montaje y soldadura.

También se realizó la verificación de la Cimentación del Eje del Rastrillo o Columna Central del Espesador, estos niveles fueron de mucha importancia para el montaje del eje.

El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad inspeccionó el correcto escarificado de la cimentación del Eje del Rastrillo o Columna Central, ya que esta cimentación se le aplicó grout.

Estas verificaciones se realizaron con equipos con Certificado de Calibración vigente. De no haber contado con equipos calibrados (como son Estación Total o Nivel Óptico) no se podría haber realizado la Verificación de la Cimentación de Espesadores.

**Figura N°8. Cimentación del Espesador**



**Fuente: Proyecto "Pueblo Viejo" – República Dominicana**

#### **5.5.2. Manipuleo de Planchas**

Las planchas, tanto del cilindro y del piso de los Espesadores son trasladadas en elementos de embalaje llamadas "cunas", las cuales son especialmente fabricadas con el radio del cilindro, en el caso de las planchas del cilindro.

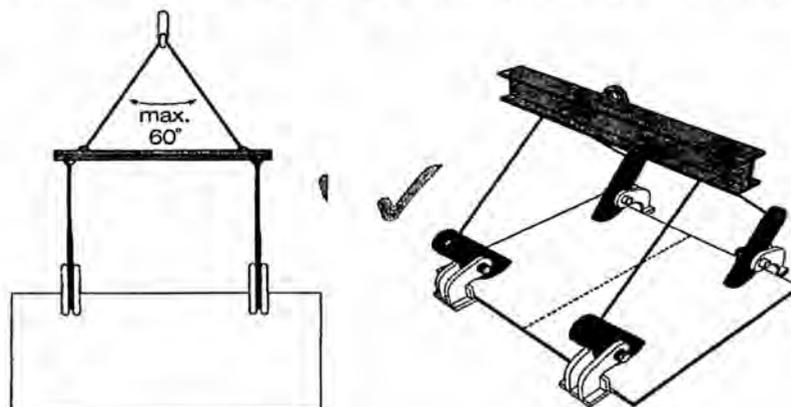
Las planchas se encontraban apiladas una sobre otra, para cuando se manipulen se contó con mordazas de izaje.

Las mordazas de izaje contaron con sus Certificados de Pruebas de Inspección, donde se indicaban su serie y capacidad.

El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad verificó el correcto manipuleo de las planchas para evitar deformaciones durante el proceso.

Cuando las planchas debieron de ser manipuladas manualmente, esta actividad se realizó por lo menos con tres (03) personas y se les indicó que por ningún motivo debían de colocar los dedos o las manos debajo de las planchas.

**Figura N°9. Modelo de cómo se debe de instalar los elementos de izaje en las planchas de los Espesadores**



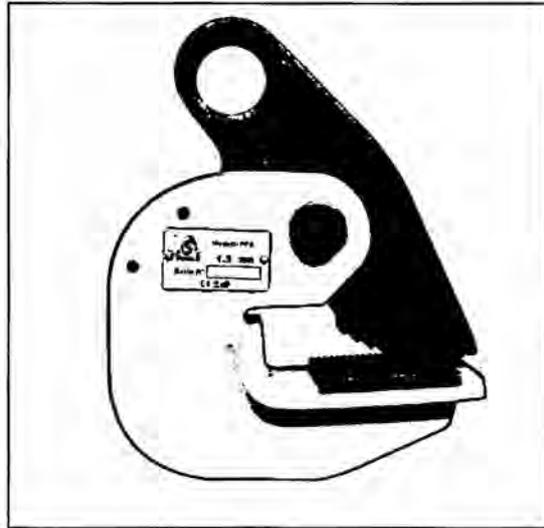
**Fuente: Procedimiento de Montaje de Tanques – Haug S.A.**

**Figura N°10. Tipo de Mordaza Vertical**



**Fuente: Manual Camlock**

**Figura N°11. Tipo de Mordaza Horizontal**



**Fuente: Manual Camlock**

### **5.5.3. Montaje del Eje del Rastrillo o Columna Central**

Por facilidades del Montaje de Espesadores, se realizó el montaje del Eje del Rastrillo o Columna Central.

Se realizó el trazo correspondiente sobre la Cimentación del Espesadores, marcando los ejes 0°, 90°, 180° y 270°, según los planos aprobados.

En la verificación de la cimentación del Eje del Rastrillo o Columna Central, se escarificó el concreto para recibir grout e instalar las placas de nivelación o también llamados Shim Plate, los cuales darían el nivel final en que el Eje del Rastrillo o Columna Central fue instalada.

Se verificó la distancia entre pernos de anclajes de la cimentación del Eje del Rastrillo o Columna Central, de no haber cumplido con la distancia indicada según planos, el Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad debía de comunicar y realizar un reporte de No Conformidad (NCR), ya que al tener el Eje de Rastrillo o Columna Central una brida en la parte inferior esta no se hubiera podido instalar.

Debemos indicar que los pernos de anclaje de la cimentación fueron instalados por una empresa que realiza trabajos civiles.

El Eje del Rastrillo o Columna Central se ubicó lo más próximo al centro del Espesador, siendo el centro del Espesador su ubicación final, una vez montada se verticalizó (aplomado) mediante dos grúas, una principal y otra auxiliar. La tolerancia de verticalidad o aplomado será de acuerdo a la indicación del vendedor o al "Manual Steel Construction", ítem 7.11.3.2 donde mencionaba:

"Las piezas individuales que son segmentos de unidades ensambladas de campo que contienen empalmes de campo entre los puntos de apoyo

se consideran verticalizada (aplomado), nivelado y alineado si la variación angular de la línea de trabajo en relación con la alineación no excede 1:500".

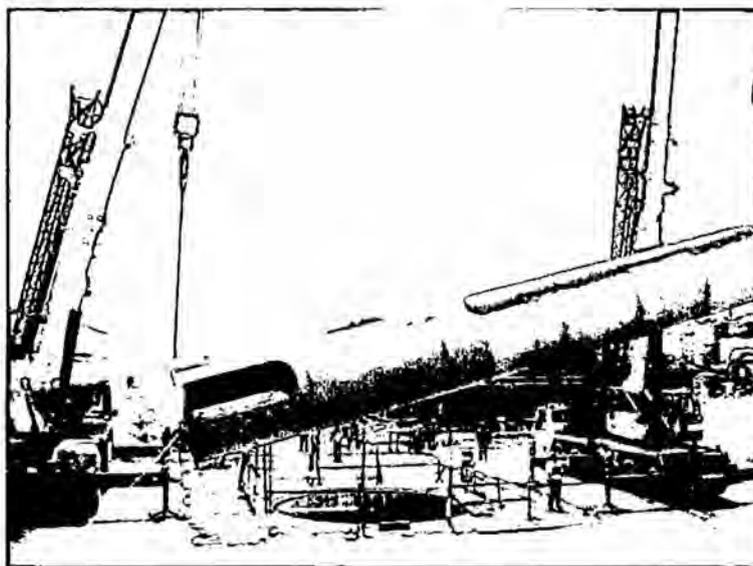
En el proyecto, los supervisores responsables del montaje del Eje del Rastrillo o Columna Central, realizaron las coordinaciones respectivas para designar las grúas que se necesitaban, las cuales debían de tener la suficiente capacidad para sostener el peso del Eje del rastrillo o Columna Central, la distancia al punto de ubicación final y el área de trabajo tuvo todas las facilidades y accesos correspondientes.

Se debe de mencionar que por recomendaciones del área de seguridad del proyecto, la grúa trabajo siempre al 85% de su capacidad, ya que este trabajo fue considerado como crítico.

Terminado de realizar el montaje del Eje del Rastrillo o Columna Central y la estructura de amarre de las rastras del Espesador, se procedió a realizar el montaje de los mecanismos de elevación y movimiento, los cuales se encargaron de elevar y mover los rastrillos o rastras respectivamente.

El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, registró el nivel de las placas de nivelación donde se instaló el Eje del Rastrillo o Columna Central y los valores finales de verticalidad (aplomado) del Eje del Rastrillo o Columna Central, dichos valores se encontraban dentro de las tolerancias.

**Figura N°12. Ubicación de grúas para el Montaje de Columna Central**



**Fuente: Proyecto "Pueblo Viejo" – República Dominicana**

**Figura N°13. Ubicación final de Columna Central**



**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

#### **5.5.4. Montaje de Plataforma Central y Puente del Espesador**

##### **a) Plataforma Central**

Terminado el montaje del Eje del Rastrillo o Columna Central y la estructura de amarre de los rastrillos o rastras del Espesador, se procedió a realizar el montaje de la Plataforma Central.

Se verificó e inspeccionó el correcto armado de la Plataforma Central y la correcta instalación de los grating o planchas antideslizantes, barandas, tuberías floculantes y viga monorail de acuerdo a los planos aprobados. Se montaron los motores que alimentarían a los reductores para mover las rastras.

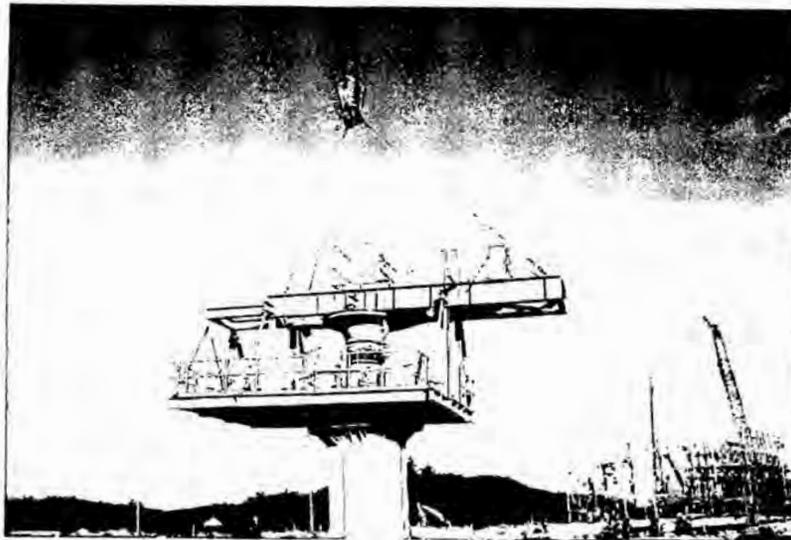
Se verificó el correcto ángulo de instalación de la plataforma según plano. En el proyecto se detectó durante el montaje del puente, el ángulo de ubicación de la plataforma central no estaba ubicado de acuerdo con los planos, por lo que se tuvo que retrasar el montaje del puente, esto se debió a que no se realizó una correcta revisión de los planos y no se realizó una correcta inspección de calidad,

Al instalarse en un ángulo incorrecto la plataforma central, el Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad realizó la respectiva No Conformidad

(NCR), la cual fue levantada a la brevedad posible para continuar con el montaje del puente.

Se documentó la correcta instalación de la plataforma, ya que es en la Plataforma Central donde se unió el puente del Espesador.

**Figura N°14. Montaje de Plataforma Central de Espesadores**



**Fuente: Proyecto "Pueblo Viejo" – República Dominicana**

**b) Puente del Espesador**

El Puente del Espesador, llegó a obra en secciones, las cuales fueron ensambladas en sitio.

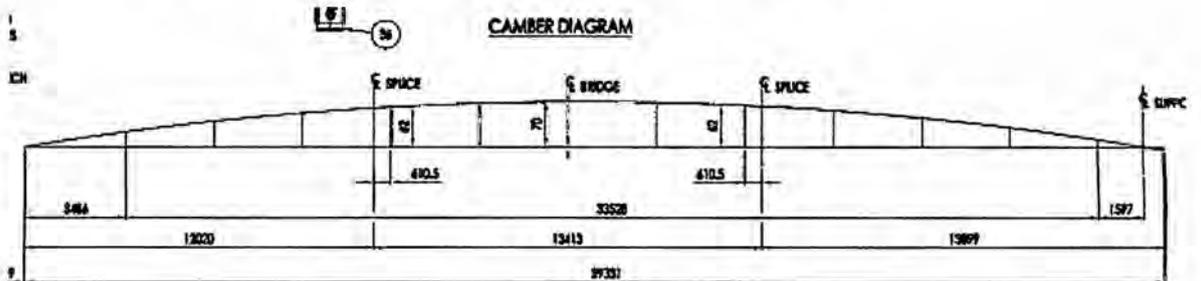
Se verificó e inspeccionó el correcto armado del puente y la correcta instalación de los elementos tales como barandas, grating, tuberías floculantes y viga monorail, tal como se indica en los planos.

Se verificó el camber o contra flecha que debe de tener el puente según lo indicado en el plano aprobado, antes de ser instalado.

El camber o contraflecha es la ligera curvatura que se realiza en la viga del puente para compensar cualquier flecha prevista cuando soporte el peso de las barandas, grating o planchas antideslizantes, tuberías floculantes, viga monorail y tubería de alimentación. Esta verificación del Camber o Contraflecha, se realizó con equipo que tiene Certificado de Calibración vigente y en coordinación con la supervisión.

De no haber contado con el equipo calibrado (Nivel Óptico) no se hubiera podido realizar la verificación del Camber o Contraflecha del puente del Espesador.

**Figura N°15. Diagrama del Camber del Puente**



**Fuente: Plano del puente del Espesador, diseño FLSmidth**

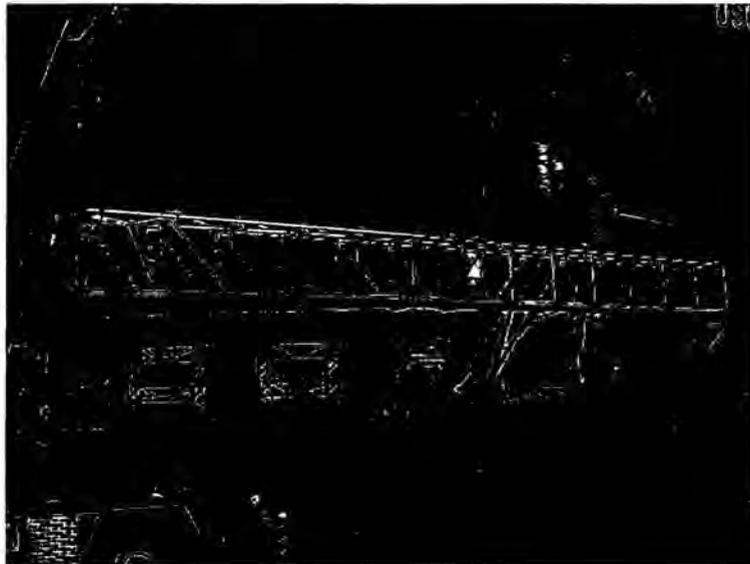
El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, inspeccionó la correcta instalación de estos elementos en el puente del Espesador, también realizó la verificación del Camber o Contraflecha en coordinación con la supervisión. Verificó el correcto valor de torque de acuerdo al tipo de material del perno. Todas estas actividades fueron registradas en los documentos correspondientes.

**Figura N°16. Ubicación de grúas para el Montaje del Puente del Espesador**



**Fuente: Proyecto "Pueblo Viejo" – República Dominicana**

**Figura N°17. Montaje del Puente del Espesador**



**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

#### **5.5.5. Montaje de Planchas de Piso**

Se realizó el trazo correspondiente sobre la Cimentación del Espesador, marcando los ejes  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  y  $270^\circ$ , según los planos aprobados.

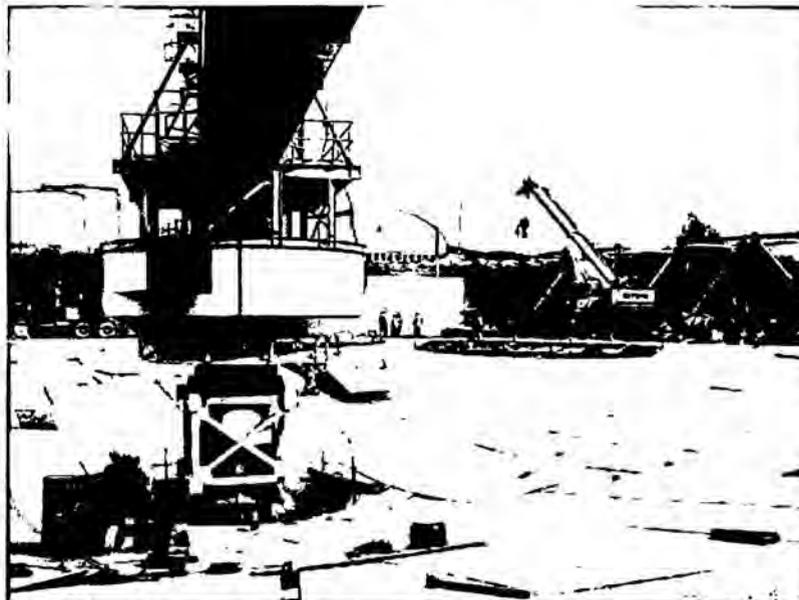
Según la distribución de planchas de piso de los Espesadores, se realizó el montaje siguiendo la secuencia del plano, se distribuyeron inicialmente las planchas anulares (planchas perimetrales).

Las planchas del fondo quedaron apuntaladas (puntos de soldadura) hasta el inicio de la soldadura.

El Inspector de Aseguramiento Control de Calidad, verificó la limpieza y preparación de las juntas de soldadura (según plano juntas de filete traslapadas).

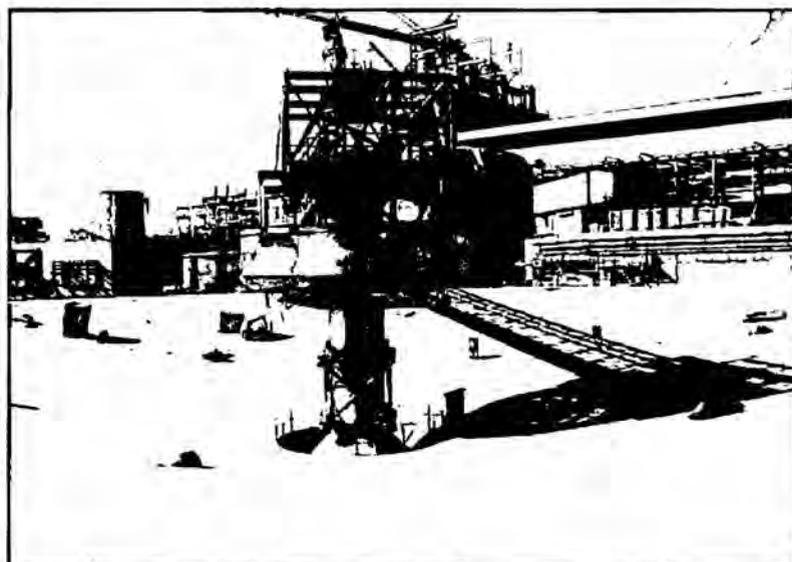
Así mismo realizó la respectiva codificación de las juntas de soldadura del piso del Espesador y de esta manera se llevó una correcta trazabilidad de los soldadores involucrados.

**Figura N°18. Montaje del Fondo del Espesador**



**Fuente: Proyecto "Pueblo Viejo" – República Dominicana**

**Figura N°19. Montaje del fondo del Espesador terminado, en proceso de soldadura**



**Fuente: Proyecto "Pueblo Viejo" – República Dominicana**

### **5.5.6. Armado de Anillos del Espesador**

Se realizó el montaje de las planchas del cilindro del Espesador, que forman el primer anillo. Al término de la soldadura del primer anillo, se proseguirá con el montaje de los anillos siguientes, Anillo de Rigidez, Canal de Rebose (Launder) y Conexiones del Cilindro.

La sujeción de las planchas se realizó mediante elementos de sujeción, estos se colocaron después de presentar las planchas en la parte interior del cilindro, por ser este el lado opuesto al primer pase de soldadura, ajustar la luz (abertura) entre bordes de la unión vertical primero y la horizontal después.

La luz (abertura) y el alineamiento de las juntas se logró mediante los separadores y punzones, esta luz (abertura) y alineamiento fueron verificadas por el Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad según los planos aprobados.

Estos elementos de sujeción tienen la ventaja de permitir la soldadura de la junta y mantienen mayor seguridad el control de deformaciones por contracción transversal de la soldadura.

Durante montaje de los Espesadores de acero inoxidable, se tuvieron las precauciones necesarias para evitar que las planchas del cilindro y fondo no se contaminen con elementos de Acero Estructura (A36).

Los puntos de soldadura fueron realizados por los soldadores que participaron en el proyecto.

En el proyecto, durante el armado de las planchas del cilindro se tuvieron problemas con la supervisión, ya que encontró personal no calificado realizando labores de los soldadores, teniendo problemas como:

- Malos apuntalamientos de soldadura en las planchas
- Desgarros de materiales base

Para levantar la observación que fue realizada por la supervisión, se tuvo que remover los malos apuntalamientos de soldadura de las planchas y volverla a realizar con personal calificado.

Los desgarros del material base fueron resanados por soldadores calificados y aplicándole Tintes Penetrantes a las zonas resanadas.

Se realizaron charlas al personal y se capacitó al personal involucrado.

**Figura N°20. Medida de los daños en el metal base de los  
Espesadores de material de Acero Estructural (A36)**



**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

Se verificó las dimensiones de la circunferencia y uniformidad de la curvatura de las planchas antes, durante y después de la soldadura. El Inspector de Aseguramiento Control de Calidad, realizó la codificación de las juntas de soldadura del cilindro de los Espesadores y de esta manera llevar una correcta trazabilidad de los soldadores involucrados.

**Figura N°21. Armado de anillos del Espesador**



**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

### **5.5.7. Soldadura de Juntas del Cilindro (Verticales y Horizontales), Fondo (Piso), Anillo de Rigidez y Canaleta de Rebose (Launder)**

Antes del inicio de los trabajos de soldadura, el Jefe de Aseguramiento y Control de Calidad debió haber presentado y tener aprobado por la supervisión toda la documentación de soldadura como son:

- Procedimiento de Soldadura (PQR)
- Especificación del Procedimiento de Soldadura (WPS)
- Calificación de Soldadores (WPQR)

De no contar con la documentación aprobada por la supervisión, no se hubiera podido dar inicio a los trabajos de soldadura.

Se inspeccionó el correcto manejo de los materiales de aporte (electrodos), tanto en el almacenamiento como en los trabajos de soldadura en campo. Un mal manejo de electrodos o materiales de aporte origina diversos defectos en la junta de soldadura.

En el proyecto se utilizaron dos (02) procesos de soldadura: SMAW y FCAW.

En el proceso SMAW utilizaron electrodos E2209 para material de acero inoxidable y E-7018 para material de Acero Estructural (A36), los cuales tenían las siguientes consideraciones para su almacenamiento:

- Mantener en lugar seco y evitar humedad, sobre todo en época de lluvias
- Almacenamiento en horno entre 125°C a 150°C
- Resecado del electrodo es de 300°C a 350°C por dos (02) horas

En el proceso FCAW utiliza alambre tubular E2209T1-1 para material acero inoxidable y E71T-1C para material de Acero Estructura (A36), los cuales tenían las siguientes consideraciones para su almacenamiento:

- Mantener seco y evitar humedad, sobre todo en época de lluvia
- Rango de temperatura de almacenamiento recomendado es:
  - Para carretes tipo canasta (elaborados en base de alambres), la temperatura de almacenamiento es 140°C +/- 10°C
  - Para carretes de plástico, la temperatura de almacenamiento es 50°C +/- 10°C
- Para un calentamiento óptimo en el interior del horno, los carretes se espaciaron uniformemente.

Se verificó la correcta protección de las juntas de soldadura ante la presencia del viento, polvo, humedad, características eléctricas (voltaje y amperaje), dimensiones y deformaciones.

Los procedimientos de soldadura y calificaciones de los soldadores estuvieron de acuerdo al API 650, sección 9.

Las Calificaciones de los Soldadores (vencimiento y recalificación) estuvieron de acuerdo al ASME IX QW-322 donde indica:

**Vencimiento de la Calificación:** deberá de estar afectada por las siguientes condiciones:

- a) Cuando no ha soldado con un proceso durante seis (06) meses o más, su calificación para ese proceso deberá de expirar; a menos

que dentro del periodo de seis (06) meses, antes del vencimiento de su calificación:

1.- Un soldador que ha soldado con ese proceso usando soldadura manual o semiautomática, bajo la supervisión y control del fabricante o contratista calificador u organizaciones participantes, eso extenderá su calificación por seis (06) meses adicionales.

- b) Cuando hay una razón específica para cuestionar su habilidad para hacer soldaduras que cumplan con la especificación, las calificaciones que soportan la soldadura que él está haciendo, debe de ser revocada. Todas las calificaciones no cuestionadas quedan sin efecto.

#### **Renovación de la Calificación**

- a) La renovación de la calificación expirada bajo el ítem (a) arriba mencionado, puede ser hecha por cualquier proceso soldando un solo cupón de ensayo tanto en la plancha como en tubo, de cualquier material, espesor o diámetro y ensayando el cupón como es requerido. Una renovación exitosa de los ensayos de las calificaciones previas del soldador u operario soldador para ese proceso, para aquellos materiales, espesores, diámetros posiciones y otras variables para el cual él había previamente calificado. La renovación de la calificación puede ser hecha en trabajos de producción.
- b) Los soldadores u operarios soldadores cuyas calificaciones han sido revocadas bajo el ítem (b) arriba mencionado, deben de recalificar. La calificación debe de utilizar un cupón de ensayo apropiado para el trabajo de producción planificado. El cupón deben de ser soldado y ensayado. El ensayo exitoso restaura la calificación.

Inspeccionará las pruebas de fuga y ensayos no destructivos que apliquen a la junta de soldadura.

#### **a) Soldadura de Juntas del Fondo**

La soldadura se inició de acuerdo a la Especificación de Procedimiento de Soldadura (WPS) aprobado.

La soldadura de las juntas del fondo se realizó del centro hacia afuera siguiendo una secuencia del "paso peregrino", soldando inicialmente las juntas transversales (verticales) y luego juntas longitudinales (horizontales), de acuerdo a la secuencia de soldadura indicada por el Supervisor de Soldadura, esto para evitar distorsiones de alineamiento y se mantenga uniformidad en el fondo.

El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, verificó el cumplimiento de la secuencia del "paso peregrino", esta secuencia fue marcada en el fondo del Espesador. Cuando el soldador no realizaba correctamente la secuencia de soldadura, el fondo se deformaba por efecto del calor y los esfuerzos de la soldadura, lo cual generó un

reproceso en los trabajos, teniendo que remover la soldadura y realizar la junta de soldadura nuevamente.

El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad realizó los registros de Inspección Visual de Soldadura, identificando correctamente a los soldadores que participaron.

#### **b) Soldadura de Juntas del Cilindro**

La soldadura se inició de acuerdo a la Especificación de Procedimiento de Soldadura (WPS) aprobado.

La soldadura se inició en la parte exterior de las juntas verticales, hasta terminar en la parte interior de la misma.

Al término de la soldadura de la parte exterior de las juntas verticales, se preparó la junta de soldadura por el interior, se realizó la Prueba de Líquidos Penetrantes, terminada la prueba se procedió a realizar la soldadura interior.

El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad realizó los registros de Inspección Visual de Soldadura y Prueba de Tintes Penetrantes, identificando correctamente a los soldadores que participaron en cada junta de soldadura. Seguidamente se realizó las coordinaciones necesarias para realizar el ensayo de Radiografía, de acuerdo a la distribución de placas aprobada por la supervisión. Esta actividad fue realizada por una empresa especializada.

#### **c) Inspección de Deformaciones de Soldadura**

Terminado de soldar todas las juntas verticales del primer anillo del cilindro, se siguió con el montaje del segundo anillo, en esta etapa se procedió con los trabajos de montaje muy similares al montaje del primer anillo, con la indicación que se realizaron trabajos en altura, para estos trabajos se le proporciono al personal involucrado los Equipos de Protección Personal (EPP) correspondiente, de acuerdo a los estándares de seguridad del proyecto.

Si la curvatura deseada según planos no se obtenía una vez terminada la junta de soldadura, esta se podría corregir aplicándose tres (03) métodos:

1.- Mediante el retiro de parte de la junta de soldadura y realizar nuevamente el proceso de soldadura para que las contracciones por calor uniformicen la plancha.

2.- Mediante la aplicación de calor y el uso de arriostres o templadores que fuerzan la plancha, lo cual deben de corregir la deformación.

3.- Cuando se tienen deformaciones localizadas, se podía plantillar las planchas utilizando combas de 4 a 10 Lbs. Se colocaba un respaldo sobre la junta de soldadura para evitar abolladuras.

Las tolerancias para la verificación de las deformaciones en las juntas de soldaduras verticales y horizontales fueron de acuerdo al API 650 ítem 7.5.4, donde se indicaba:

- a) Desviaciones verticales (peaking), no deberá de exceder de 13mm (1/2 pulg). Esta verificación se realizara mediante una plantilla de 900 mm (36 pulg), la cual tendrá el radio nominal del tanque.
- b) Desviaciones horizontales (banding), no deberá de exceder de 13mm (1/2 pulg). Esta verificación se realizara mediante una plantilla recta de 900 mm (36 pulg).
- c) Puntos planos medidos en el plano vertical no deberán de excederlos requisitos de planitud de plancha y ondulaciones apropiadas

El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, reportó en el registro correspondiente el valor más alto encontrado a lo largo de las juntas de soldadura.

**Figura N°22. Modelo de plantilla para medir deformaciones verticales de junta de soldadura**



**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

Según API 650, ítem 7.5.3, se verificó la redondez del cilindro, realizando las medidas a 30cm por encima de la junta de soldadura del cilindro con el fondo (junta de soldadura de filete).

La tolerancia estuvo de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla N°1. Tolerancia de Dimensiones del Radio del  
Espesador en función al diámetro**

Tank Diameter m (ft)	Radius Tolerance mm (in.)
< 12 (40)	± 13 (1/2)
From 12 (40) to < 45 (150)	± 19 (3/4)
From 45 (150) to < 75 (250)	± 25 (1)
≥ 75 (250)	± 32 (1 1/4)

**Fuente: Norma API 650**

**d) Soldadura de Anillo de Rigidez**

Terminado el montaje del cilindro, soldadura de las juntas verticales y horizontales, se procedió a instalar y soldar el anillo de rigidez, el cual cumple la función de mantener la redondez del cilindro.

El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, verificó que el material no tenga observaciones, la correcta instalación del Anillo de Rigidez, la distribución de soldadores que participan y la respectiva Inspección Visual de Soldadura.

En el proyecto, durante la instalación de los Anillos de Rigidez de los Espesadores, se detectó que algunos sectores circulares no tenían el radio de curvatura según planos aprobados, quedando demasiada luz (abertura) entre el cilindro y el anillo de rigidez, lo cual generó observaciones al inicio de la soldadura ya que se aportaría demasiada soldadura a la junta y originaría deformaciones, esta observación fue corregida corrección fue realizada por la empresa Haug S.A., teniendo que conformar (rolar) el sector circular en campo, usando métodos de calentamiento del material.

Durante la corrección de estos sectores circulares se controló el calentamiento (temperatura) con termómetros infrarrojos (pirómetros) calibrados, no teniendo que pasarse más de 600°C.

Los Anillos de Rigidez que llegaron con esta observación fueron los de material de Acero Estructural (A36).

**Figura N°23. Verificación de la curvatura del Anillo de Rigidez del Espesador**



**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

**Figura N°24. Corrección de la curvatura del Anillo de Rigidez del Espesador**



**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, realizó la distribución de juntas de soldadura, llevó una correcta trazabilidad de los soldadores involucrados y la realizó la Inspección Visual de Soldadura respectiva. Realizó los respectivos registros de inspección.

**e) Soldadura de Canaleta de Rebose (Launder)**

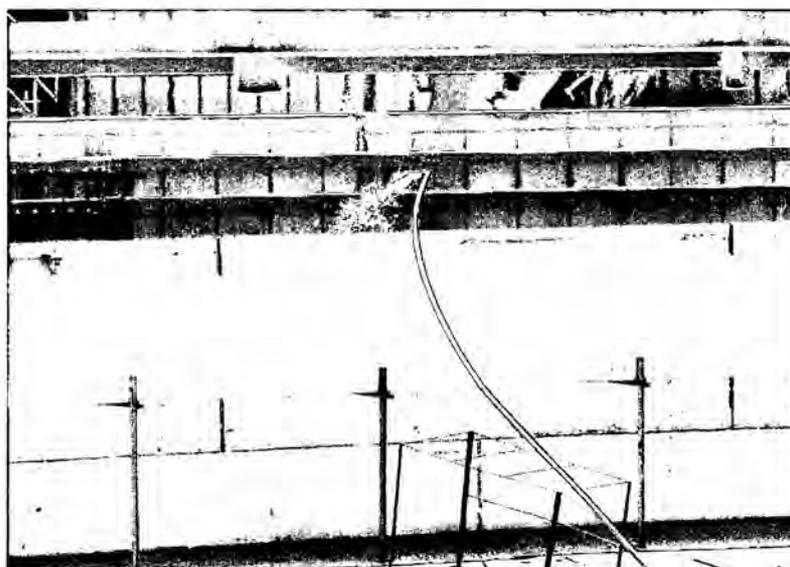
Se procedió a realizar el montaje de las Canaletas de Rebose (Launder), las cuales deberán de ser instaladas y niveladas de acuerdo a los planos aprobados. Las juntas de soldadura de la Canaleta de Rebose y Soportes fueron realizadas por soldadores con calificación vigente.

Es importante la correcta nivelación de la Canaleta de Alimentación, ya que sirve para recibir el agua recuperada, limpia y clara.

La liberación de la Canaleta de Rebose (Launder) tiene dos (02) etapas:

- Terminada la soldadura, mediante el uso de nivel óptico
- Durante la Prueba Hidrostática

**Figura N°25. Instalación de Canaleta de Rebose**



**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

**Figura N°26. Canaleta de Rebose soldadas al Cilindro del Espesador**



**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

**f) Soldadura de Conexiones en el Cilindro**

Las conexiones en el cilindro se instalaron de acuerdo al plano aprobado. Se verificó la correcta instalación de las conexiones considerando su grado de orientación, elevación y alineamiento, según API 650, ítem 7.5.6 donde indicaban las siguientes tolerancias:

- a) Proyección especificada desde el exterior del tanque al extremo de la cara de la brida es +/- 5mm (3/16 pulg).
- b) Elevación de la conexión del casco es +/- 6mm (1/4 pulg)
- c) La inclinación de la brida en cualquier plano, medida en la cara de la brida es:
  - +/- 13mm (½ pulg) grado para conexiones mayores de NPS 12 pulg de diámetro nominal.
  - +/- 3mm (1/8 pulg) para diámetro exterior de la brida menores a NPS 12 pulg

Donde NPS son siglas en inglés: Nominal Pipe Size, que significa Tamaño Nominal de Tubería.

En el proyecto, a las conexiones se le realizó la Inspección Visual de Soldadura y Prueba de Líquidos Penetrantes. La Prueba Neumática en los Espesadores se realizó si era requerido.

El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad realizó los registros de Inspección Visual de Soldadura, Prueba de Líquidos Penetrantes y Prueba Neumática, donde se indica la conformidad de la prueba.

**Figura N°27. Soldadura de Conexión en el Cilindro**



**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

#### **5.5.8. Montaje de Tanque de Alimentación (Feedwell) y Tubería de Alimentación (Feed Pipe)**

El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad verificó que los materiales del Tanque y Tubería de Alimentación no tengan observaciones.

El Tanque de Alimentación y Tubería de Alimentación, llegaron a obra en secciones, y fueron ensamblados de acuerdo a los planos en sitio. Se verificó el grado de los pernos que son utilizados en el ensamble, los cuales estuvieron de acuerdo a los planos, para el respectivo torque.

El torque de pernos que se aplicó fue de acuerdo a la tabla y al valor que indica el vendor.

Se tuvo cuidado con los elementos que se encontraban vulcanizados al ser recepcionados, ya que estos elementos no podían estar expuestos al sol porque se deterioran. De haber tenido algún daño el vulcanizado de Espesador, se reportaría de inmediato para su reparación.

Una vez instalado el Tanque de Alimentación, se verificó el nivel según planos aprobados.

Una vez instalada la Tubería de Alimentación se verificó el nivel y la pendiente indicada en los planos aprobados.

El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, verificó el correcto ensamble del Tanque de Alimentación y Tubería de Alimentación, aseguró que los instrumentos que son utilizados durante el torque y la nivelación tenga Certificado de Calibración vigente.

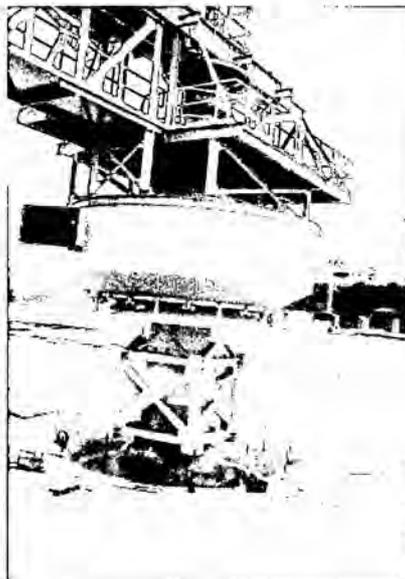
Elaboró los registros de torque de pernos, nivelación del Tanque de Alimentación y Tubería de Alimentación.

**Figura N°28. Montaje del Feedwell del Espesador de Acero Inoxidable**



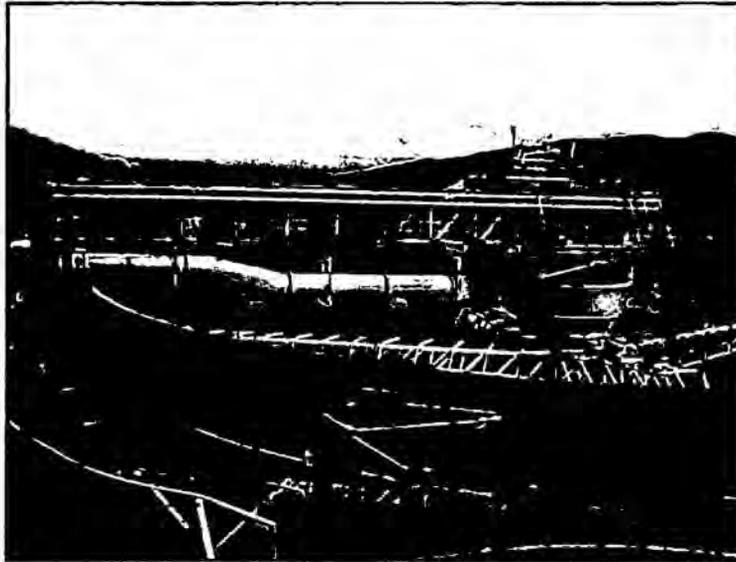
**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

**Figura N°29. Feedwell del Espesador de Acero Estructural (A36) instalado**



**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

**Figura N°30. Montaje de Tubería de Alimentación**



**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

#### **5.5.9. Montaje de Mecanismo y Rastras**

**a) Mecanismo de movimiento:** sirve para proporcionar la fuerza de accionamiento para mover los brazos de las rastras contra la resistencia de los sólidos.

**b) Mecanismos de elevación de las Rastras:** sirve para evitar que las rastras se plante cuando el Espesador esté haciendo fuerza. Levanta las rastras hacia arriba del contacto de la pulpa con mayor concentración de sólidos y así reducir la fuerza de movimiento demandada por el mecanismo de movimiento.

**c) Rastras:** el Espesador tiene cuatro (04) brazos de rastras, dos (02) brazos largos y dos (02) brazos cortos.

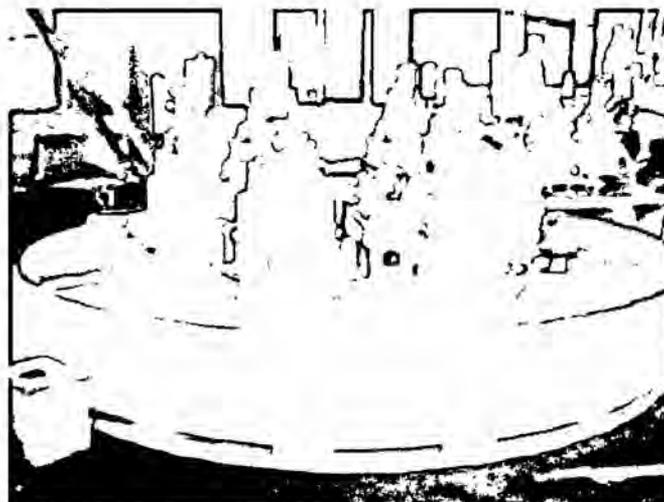
Estos van unidos a eje del Espesador. Su movimiento es lento y gira junto al eje, siendo impulsado por una unidad impulsora (reductores) que a la vez están conectados a motores.

Sirven para arrimar la carga hacia el centro, justo sobre el cono de descarga, evitando de esta manera que se asiente la pulpa, facilitando la descarga asentada en el Espesador.

Los cuatro (04) brazos, deberán de ser nivelados de acuerdo a la recomendación del vendor.

Estos mecanismos son los encargados de mover y elevar las rastras, las cuales llevan todo el material hacia el centro del Espesador.

**Figura N°31. Mecanismo de movimiento del Espesador**



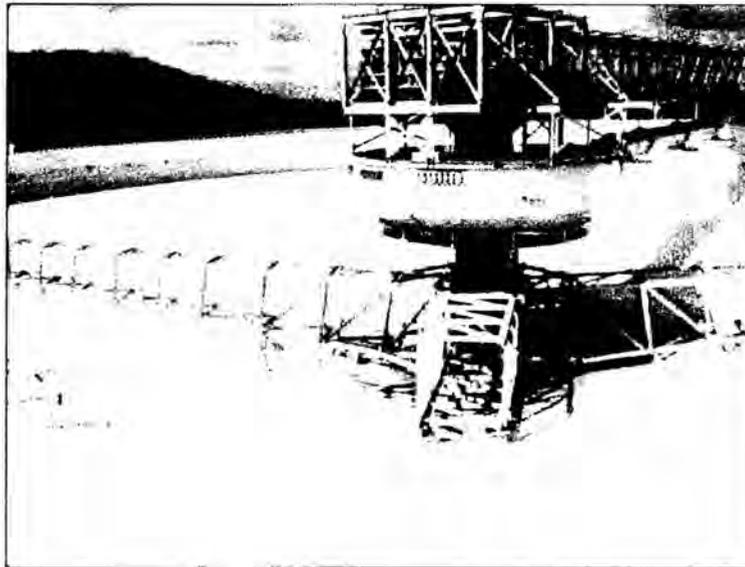
**Fuente: Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento de Espesadores - Outotec**

**Figura N°32. Mecanismos de elevación de las Rastras del Espesador**



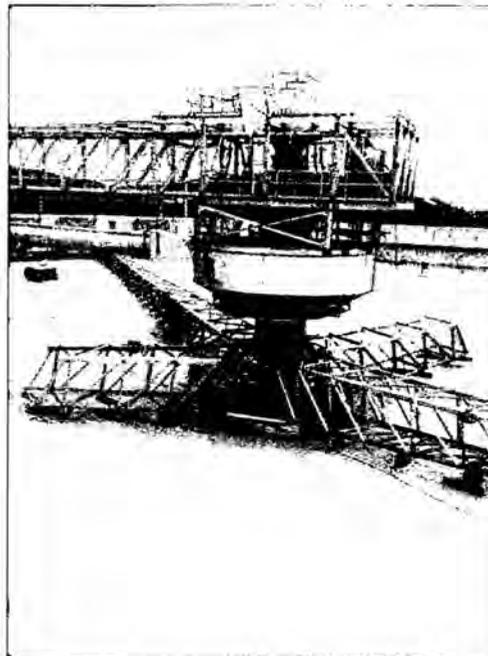
**Fuente: Proyecto "Pueblo Viejo" – República Dominicana**

**Figura N°33. Brazos de las rastras del Espesador de Acero Estructural (A36)**



**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

**Figura N°34. Brazo de las rastras del Espesador de Acero Inoxidable**



**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

## **5.6. Ensayos No Destructivos (NDT)**

Ensayos No Destructivos (NDT), consistió en la aplicación de ciertas pruebas sobre un objeto para verificar su calidad sin modificar sus propiedades y estado original.

Los Ensayos No destructivos (NDT), que se consideraron en el montaje del Espesador fueron:

- Ensayo de Tintes Penetrantes
- Inspección Visual de Soldadura
- Ensayo de Radiografía

Estas pruebas, permitieron detectar y evaluar discontinuidades o propiedades de los materiales sin modificar sus condiciones de uso o aptitud para el servicio.

Los resultados no se mostraron de forma absoluta, sino que debieron de ser interpretados a partir de las indicaciones propias de cada método.

### **5.6.1. Ensayo de Tintes Penetrantes**

El Ensayo de Tintes Penetrantes se definió como la capacidad de ciertos líquidos para penetrar y ser retenidos en discontinuidades abiertas a la superficie. En términos generales, el Ensayo de Tintes Penetrantes reveló discontinuidades superficiales mediante la afloración de un medio penetrante contra un fondo contrastante coloreado.

Este ensayo tiene ciertas ventajas y limitaciones.

#### **Ventajas**

- Costo relativamente bajo, portátil y de fácil interpretación
- Puede ser usado en cualquier material no poroso y no absorbente
- El tamaño y forma del objeto a probar normalmente no limita el uso de la prueba
- Magnifica el tamaño aparente de la discontinuidad haciendo las indicaciones más visibles

#### **Limitaciones**

- Solo puede detectar discontinuidades abiertas a la superficie
- La superficie deberá de estar entre 15°C a 51°C
- Puede requerir buena ventilación
- Es un procedimiento sucio

En el montaje del Espesador, el Ensayo de Tintes Penetrantes se realizó según API 650 ítem 8.4, donde se indicaba:

Cuando se especificó el exámen de Tintes Penetrantes, se realizó el Procedimiento de Tintes Penetrantes de acuerdo a la sección V, artículo 6 del código ASME.

Existen varios tipos y métodos para clasificar a los Tintes Penetrantes, según el estándar ASTM E-165:

**Tabla N°2. Clasificación de Tipos de Tintes Penetrantes y Métodos**

<b>Type I—Fluorescent Penetrant Examination</b>
Method A—Water-washable (see Test Method E 1209) Method B—Post-emulsifiable, lipophilic (see Test Method E 1208) Method C—Solvent removable (see Test Method E 1219) Method D—Post-emulsifiable, hydrophilic (see Test Method E 1210)
<b>Type II—Visible Penetrant Examination</b>
<del>Method A—Water washable (see Test Method E 1418)</del> Method C—Solvent removable (see Test Method E 1220)

**Fuente: ASTM E-165**

Se utilizaron Tintes Penetrantes removibles por solventes, Método “C”, tipo II.

Antes de dar inicio a la prueba de Tintes Penetrantes, el Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad tenía el Procedimiento de Tintes Penetrantes aprobado y contaba con certificación para aplicación de Tintes Penetrantes, según la norma ASNT SNT-TC-1A 2011.

Para el proyecto, los Inspectores de aseguramiento y Control de Calidad contaron con certificación Nivel I o Nivel II en la prueba de Tintes Penetrantes.

Con esta certificación, el Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad es el único autorizado para realizar y evaluar el Ensayo de Tintes Penetrantes, así mismo elaboró los respectivos registros de liberación de las juntas de soldadura.

**Figura N°35. Aplicación de Tintes Penetrantes en junta de soldadura horizontal**



**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

El criterio de aceptación fue de acuerdo al ASME VIII, apéndice 8 donde indicaba:

**Evaluación de indicaciones:** una indicación de una imperfección puede ser mayor que la imperfección que lo causa; sin embargo, el tamaño de la indicación es la base para la evaluación y aceptación. Solo indicaciones mayores a 1.5mm (1/16 pulg) pueden considerarse relevantes.

- a) Una indicación lineal es la que tiene una longitud mayor a tres (03) veces el ancho.
- b) Una indicación redondeada es de forma circular o elíptica con una longitud igual o menor a tres (03) veces el ancho.
- c) Todas las indicaciones cuestionables o dudosas deben de ser re-examinadas para determinar si son o no relevantes.

**Criterios de aceptación:** estos criterios de aceptación se aplicara a menos que otra norma más restrictiva se especifiquen

Todas las superficies a ser examinadas deberán de estar libre de:

- a) Indicaciones lineales relevantes
- b) Indicaciones redondeadas relevantes superiores a 5mm (3/16 pulg)
- c) Cuatro (04) o más indicaciones relevantes redondeadas en una línea separados por 1.5mm (1/16 pulg) o menos (de borde a borde).

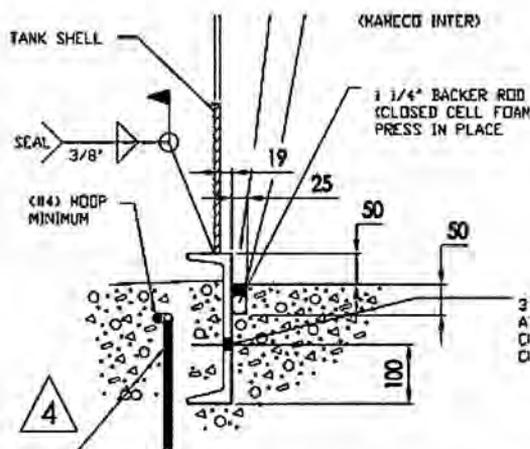
Para la junta de soldadura de cilindro con fondo existe una junta de filete, según API 650, ítem 7.2.4.1 indicaba:

**Soldadura de Cilindro con Fondo:** el pase inicial de soldadura en el interior del cilindro, se le deberá de eliminar de la superficie de la soldadura toda escoria y elementos no metálicos, luego se examina visualmente así como el siguiente método para ser aceptado por el cliente y el fabricante.

Según API 650, ítem 7.2.4.1.b, se aplicó líquidos penetrantes removibles por solventes a la soldadura y luego la aplicación del revelador en la abertura ente el cilindro y el fondo (zona exterior), se examinó en busca de fugas después de un tiempo de permanencia mínimo de una (01) hora. De no observarse puntos rojos sobre el revelador la prueba se dio por satisfactoria de lo contrario se reparó la junta de soldadura y se volvió a realizar el ensayo.

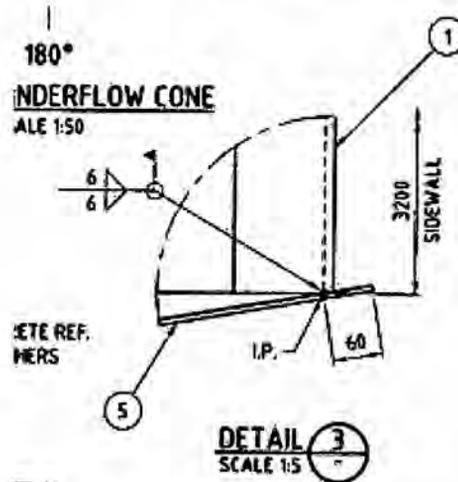
Esta prueba se realiza en coordinación con la supervisión del cliente para su respectiva aprobación.

**Figura N°36. Detalle de junta de soldadura del Espesador con fondo de gravilla**



Fuente: Plano de diseño FLSmidth

**Figura N°37. Detalle de junta de soldadura del Espesador con fondo metálico**



**Fuente: Plano de diseño Outotec**

El detalle de junta de soldadura para el cilindro y fondo del proyecto fue de acuerdo a los planos de diseño de Outotec.

En el proyecto, durante el desarrollo de la Prueba de Tintes Penetrantes, se detectaron discontinuidades en las juntas de soldadura, las cuales se repararon mediante la remoción de la discontinuidad utilizando un esmeril angular, realizando nuevamente la soldadura y posteriormente la prueba. El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad certificado fue el único responsable de aprobar o rechazar la prueba.

### **5.6.2. Inspección Visual de Soldadura**

La Inspección Visual de Soldadura, es un método utilizado para controlar de forma efectiva las variables a lo largo de todas las etapas de la construcción (antes, durante y después). Debe de ser la primera inspección que se realiza ante cualquier prueba.

Este ensayo tiene ciertas ventajas y limitaciones.

#### **Ventajas**

- Bajo costo
- Rápido
- No requiere equipo sofisticado

#### **Limitaciones**

- Solo apto para inspección superficial
- Sensibilidad limitada por iluminación y agudeza visual

En el montaje del Espesador, la Inspección Visual de Soldadura, se realizó de acuerdo al API 650, ítem 8.5.2 en el cual indica que una

soldadura debe de ser aceptable por exámen de inspección visual cuando:

- a) No hay fisuras en el cráter, otras fisuras superficiales, en el encendido del arco o uniones soldadas adyacentes.
- b) La máxima socavación permitida es de 0.4mm (1/64 pulg) de profundidad en las juntas de soldadura a tope verticales, elementos adjuntos permanentes orientados verticalmente, soldaduras de las conexiones, entradas de hombre (manhole), soldadura interior de cilindro y fondo. Para juntas de soldadura a tope horizontales elementos adjuntos permanentes orientados horizontalmente y las juntas de soldadura a tope del anillo anular, la máxima socavación permitida es de 0.8mm (1/32 pulg) de profundidad.
- c) La frecuencia de poros en la superficie en la junta de soldadura no excede de un clúster (uno o más poros) en cualquier 100mm (4 pulg) de longitud y el diámetro de cada clúster no debe exceder de 2.5mm (3/32 pulg).
- d) El refuerzo de soldadura o sobremonta de las juntas de soldadura a tope en cada lado de la plancha no excederá de los siguientes espesores:

**Tabla N°3. Máximo espesor de Refuerzo de Soldadura o sobremonta**

Plate Thickness mm (in.)	Maximum Reinforcement Thickness mm (in.)	
	Vertical Joints	Horizontal Joints
≤ 13 (1/2)	2.5 (3/32)	3 (1/8)
> 13 (1/2) to 25 (1)	3 (1/8)	5 (3/16)
> 25 (1)	5 (3/16)	6 (1/4)

**Fuente: Norma API 650**

- e) El refuerzo no necesita ser eliminado, excepto en la medida en que exceda el grosor máximo aceptable a menos que su eliminación sea requerido para el examen radiográfico.

En el proyecto, antes del inicio de la Inspección Visual de Soldadura, el Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad tenía Procedimiento de Inspección Visual de Soldadura aprobado y contaba con certificación para realizar dicha inspección. La Inspección Visual de Soldadura, se considera como un ensayo no destructivo (NDT).

Una vez terminada la soldadura de la junta por el lado exterior e interior, el Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, realizó la Inspección Visual de Soldadura de las juntas, y verificó que las juntas de soldadura se encuentren dentro de las tolerancias indicadas.

Cuando las juntas de soldadura no encontraban dentro de las tolerancias, el Inspector realizó las coordinaciones con la Línea de Mando (Supervisor y Capataz) correspondientes para la inmediata reparación de las juntas de soldadura observadas. Mientras la reparación de las juntas observadas no se realizaba, no se podían liberar la soldadura, generando retrasos al avance de producción.

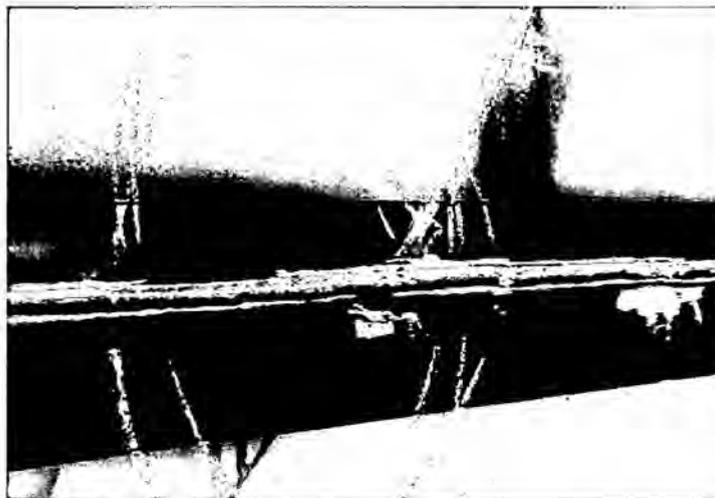
La Inspección Visual de Soldadura se realizó antes de otros ensayos no destructivos (ejemplo: Radiografía) u otra prueba de fuga (ejemplo: Prueba Hidrostática o también llamada Prueba de Estanqueidad)

Diferencias entre discontinuidad y defecto:

- **Discontinuidad:** cualquier interrupción o variación local de la continuidad o configuración física normal de un material.
- **Defecto:** es una discontinuidad que excede los criterios de aceptación establecidos, o que podrían generar que el material falle cuando sea puesto en servicio o durante su funcionamiento.

Una vez liberada la junta de soldadura el Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, realizó el registro correspondiente de liberación.

**Figura N°38. Defecto de Junta de Soldadura del cilindro del Espesador de Acero Estructural (A36)**



**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, fue el responsable de inspeccionar el desalineamiento de las juntas de soldaduras verticales de acuerdo al API 650, ítem 7.2.3.1, donde se indicaba:

Las planchas para ser unidas junta de soldadura a tope serán alineadas por precisión y retenidas durante la operación de soldadura. El desalineamiento de las juntas de soldadura verticales completas para plancha de 16mm (5/8 pulg.) no excederá del 10% del espesor de la plancha 0.3mm (1/8 pulg), el que sea menor, el desalineamiento de las planchas menores o iguales a 16mm (5/8 pulg.) de espesor no deberá de exceder de 1.5mm (1/16 pulg.)

El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, fue el responsable de inspeccionar el desalineamiento de las juntas de soldadura horizontales de acuerdo al API 650, ítem 7.2.3.2, donde indicaba:

En las juntas de soldadura a tope horizontales completa, la plancha superior no deberá de sobresalir más allá de la cara de la plancha inferior en cualquier punto en más de 20% del espesor de la placa superior, con un saliente máximo de 3mm (1/8 pulg.). Sin embargo, para las planchas superiores menores de 8mm (5/16 pulg.) de espesor la proyección máxima será limitada a 1.5mm (1/16 pulg.).

En el proyecto, durante el montaje de las planchas de cilindro de los Espesadores, se detectó desalineamientos, después de terminada la soldadura, que sobrepasaban las tolerancias indicadas en la norma, tanto en juntas de soldadura vertical con en la junta de soldadura horizontal, esto debido a la falta de control durante el proceso de la junta de soldadura o al mal alineamiento durante el armado de la junta de soldadura, originando observaciones por parte de la supervisión.

Estos desalineamientos se tuvieron que reparar, removiendo la soldadura de las juntas involucradas, alineándolas y realizando nuevamente la soldadura. Esta observación generó reproceso en los trabajos, atraso en el avance de la producción e incumplimiento del cronograma.

**Figura N°39. Medición del alineamiento en junta de soldadura horizontal**



**Fuente: Proyecto "Pueblo Viejo" – República Dominicana**

### **5.6.3. Ensayo de Radiografía**

El Ensayo de Radiografía, se basa en la propiedad de los rayos X o gamma de atravesar metales y otros materiales opacos a la luz, produciendo una impresión fotográfica de la energía radiante transmitida. El material expuesto, absorberá una cantidad de energía radiante conocida y por lo tanto los rayos X o gamma pueden ser utilizados para mostrar discontinuidades e inclusiones localizadas dentro del material.

Este ensayo tiene ciertas ventajas y limitaciones.

#### **Ventajas**

- Se obtiene un registro permanente e inviolable
- Apta para casi todos los materiales
- No requiere patrón de calibración
- Detecta defectos internos

#### **Limitaciones**

- Equipos caros
- Personal calificado
- No indica profundidad del defecto
- Aplicable con eficiente protección radiológica

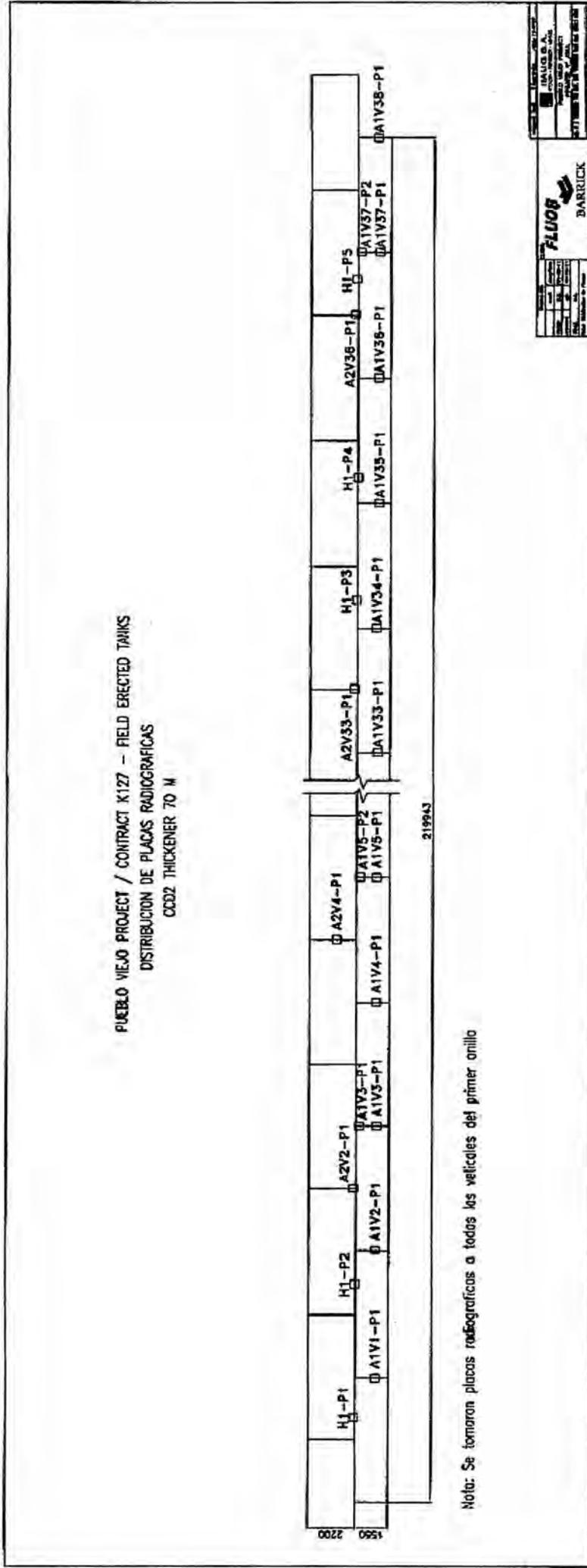
En el montaje de Espesadores, el Ensayo de Radiografía se realizó según API 650, Item 8.1, el Procedimiento de Ensayo de Radiografía, fue realizado de acuerdo a los requerimientos del código ASME V, Artículo 2 y Artículo 22, siendo la norma de referencia para los criterios de aceptación el código ASME VIII Div.1.

La distribución de placas radiográficas se realizó según API 650, ítem 8.1.2, donde se indica las consideraciones que se debe de tener para realizar la distribución de placas.

Estas consideraciones fueron:

1. Se tomó un spot radiográfico en las juntas de soldadura verticales, uno en los primeros 3m (10 pies) y uno cada 30m (100 pies), el 25% de los spot de radiografía deberán ser en las intersecciones.
2. Se tomó un spot radiográfico en las juntas de soldadura horizontal, una en los primero 3m (10 pies) y uno cada 60m (200 pies).
3. Se tomó un spot radiográfico en la parte más baja de la junta de soldadura vertical, si el spot radiográfico satisface la nota 1, se puede usar para satisfacer este requisito.
4. Se tomó un spot radiográfico a todas las intersecciones con espesor de plancha mayores de 10mm (3/8 pulg)
5. Se tomó un spot radiográfico en la parte más baja de las juntas de soldadura vertical, con espesores de plancha mayores de 10mm (3/8 pul).
6. En la junta de soldadura vertical se tomó un spot radiográfico para planchas con espesores mayores a 25mm (1 pulg). El espesor de la película de radiografía deberá tener una anchura mínima de 100mm (4pulg).

Figura 40. Distribución de Placas Radiográficas según API 650



Fuente: Proyecto "Pueblo Viejo" - República Dominicana

El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, se encargó de marcar y codificar las áreas en el cilindro que fueron radiografiadas de acuerdo a la distribución de placas radiográfica aprobada por la supervisión.

Se llevó una correcta trazabilidad de los soldadores involucrados en las juntas de soldadura.

Este ensayo fue realizado por una empresa especializada, la cual tenía el personal calificado Nivel I y Nivel II por la ASNT SNT-TC-1A para realizar estos trabajos.

Cada persona calificada realizaba las actividades de acuerdo con su nivel de calificación.

La Gestión de Aseguramiento y Control de Calidad, se encargó de asegurarse que la empresa especializada cuente con la siguiente documentación:

- Licencia de Autorización de Trabajos de Radiografía
- Protección de Protección Radiológica
- Procedimiento de Rescate de Fuentes
- Tabla de Decaimiento de la Fuente
- Certificación de los Operadores

Verificó los siguientes equipos o materiales:

- Detectores de Radiación tipo Geiger Muller
- Dosímetros personales tipo película o tipo lapicero
- Alarmas
- Tipo de película de acuerdo a especificación
- Negatoscopio
- Densitómetro

Toda esta documentación se encontraba presentada y aprobada por la supervisión antes del inicio de los trabajos, de lo contrario no hubieran podido realizar los trabajos.

Mediante el Ensayo de Radiografía, se pudo detectar en la junta de soldadura defectos como:

- Poros
- Inclusiones de escoria
- Fisuras
- Falta de penetración
- Socavación
- Exceso de penetración

Según norma API 650, ítem 8.1.2.8, las placas de radiografía tuvieron un mínimo de 150mm (6 pulg) de longitud soldadura. La placa de radiografía fue centrada en la soldadura y tuvo una anchura suficiente para permitir un espacio adecuado para la ubicación de las marcas de la identificación y el indicador de calidad de la imagen (IQI).

La empresa responsable de realizar los Ensayos de Radiografía, se encargó de presentar al Jefe de Aseguramiento y Control de Calidad, las placas radiográficas junto con los registros de aceptación o rechazo, los cuales fueron presentados a la supervisión.

El Jefe de Aseguramiento y Control de Calidad, verificó que los datos de la placa radiográfica y los datos de los registros estén correctos y cumpliendo con la trazabilidad que se realizó en las soldaduras del cilindro del Espesador.

Cuando se rechazó una placa radiográfica por defectos encontrados, esta se reparó, removiendo la soldadura inicial, ubicando el defecto de soldadura y realizando una nueva soldadura, con el mismo procedimiento inicial.

El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, verificó la correcta reparación de la junta de soldadura rechazada y realizó la coordinación para su nueva toma radiográfica.

Según API 650, ítem 8.1.6, indicaba que una soldadura se muestra por placa radiográfica como rechazada, o los límites de la soldadura no se definen por radiografía, dos puntos adyacentes a la sección serán examinadas por radiografía, sin embargo, si la radiografía original muestra al menos 75mm (3 pulg.) de soldadura aceptable entre el defecto y cualquier borde de la película, una radiografía adicional no necesita ser tomada de la soldadura de ese lado del defecto. Si la soldadura adyacentes se muestra por placa radiográfica rechazada serán examinadas hasta que se determine los límites de soldadura inaceptable o el montajista pueda reemplazar la totalidad de la soldadura por el soldador involucrado. Cuando se sustituye la soldadura, el Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, tendrá la opción de requerir que se tomen una radiografía en cualquier posición deseada en cualquier soldadura en la cual el mismo soldador ha participado. Si en las radiografías adicionales solicitadas por el Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad se muestran rechazadas, puede solicitar una recalificación de soldador involucrado.

El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, tomó los datos, realizó los registros de inspección respectivos y coordinó con la empresa especializada para realizar una nueva toma radiográfica.

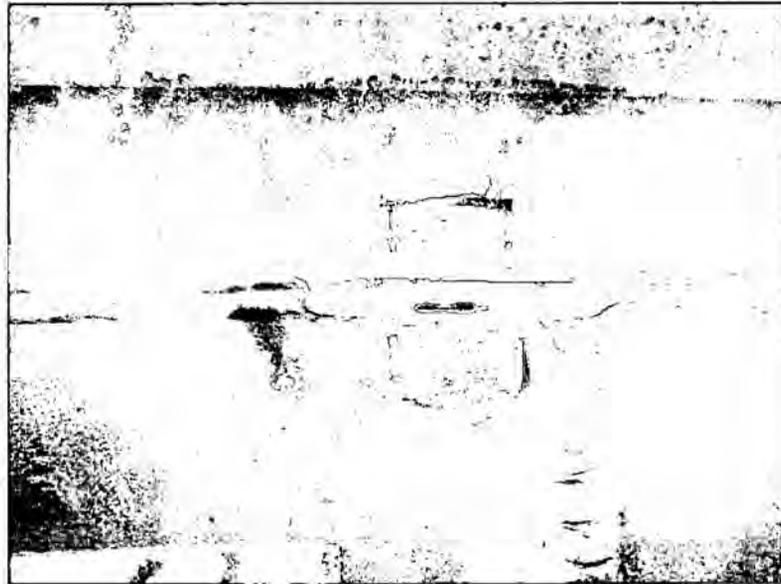
El Jefe de Aseguramiento y Control de Calidad, realizó un cuadro donde tenía el porcentaje de rechazos radiográficos de cada Espesador y de cada soldador involucrado.

Los rechazos más frecuentes que se encontraron en las placas radiográficas fueron porosidad y escoria.

La porosidad se presentaba debido a una mala protección de la soldadura y la escoria se presentaba debido a una mala limpieza de la soldadura.

Estos rechazos de radiografía empezaron a disminuir realizando charlas a los soldadores y supervisores.

**Figura N°41. Reparación de junta de Soldadura Rechazada por Radiografía – tipo de defecto - Escoria**



**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

La calidad de las placas radiográficas estuvo de acuerdo al código ASME V, ítem T-280, T-281, lo cual indicaba:

“Todas las radiografías deben de estar libre de marcas mecánicas, químicas u otras, de forma tal que no enmascaren y no confundan la imagen de cualquier discontinuidad”.

Esas marcas no deben de confundir la imagen de cualquier discontinuidad en el área de interés del objeto que está siendo radiografiado.

Defectos que no deben existir en las placas radiográficas:

- Velo
- Defectos de procesado (rayones, marcas de agua o manchas químicas)
- Marca de dedos, dobleces, polvo, marca de estática, machas o desgarros
- Indicaciones falsas debido a pantallas defectuosas

La presentación de las placas radiográficas debe de tener:

- Tener toda la información requerida de la identificación
- Libre de defectos que pudieran enmascarar discontinuidades
- Tener el indicador de calidad de imagen (IQI) correcto y cumplir con el nivel de calidad requerido
- Cumplir con los requisitos de densidad establecidos
- Tiene las marcas localizadas correspondiente

Si la calidad de la imagen radiografiada no era satisfactoria la radiografía era rechazada.

En el proyecto se utilizaron películas tipo D7, la cual se caracteriza por ser una película de grano muy fino, de un contraste muy elevado. Visualiza excelentemente las discontinuidades.

En la placa o película tuvo en su presentación lo siguiente:

- Fecha de realización del ensayo
- Cliente
- Código del soldador
- Código de junta de soldadura
- Tipo de Material
- Espesor de plancha

Todos estos datos se tomaban de campo y se indicaba a la empresa especializada para que los coloque en las placas radiográficas para ser presentadas a la supervisión.

**Figura N°42. Modelo de Placa Radiográfica**



**Fuente: Curso Inspecsold**

## **5.7. Prueba de Fugas**

La Prueba de Fugas es una prueba no destructiva, que permitió, en un ambiente de producción, evaluar la integridad de cualquier recipiente, contenedor o pieza que deba mantener su contenido herméticamente. Esta prueba tiene ciertas ventajas y limitaciones.

### **Ventaja**

- Alta sensibilidad
- Sistemas sencillos de operar
- Equipos de bajo costo
- Permiten detectar la posición exacta de la pérdida

### **Limitaciones**

- A mayor sensibilidad, mayor complejidad para desarrollar el ensayo
- Resulta complejo obtener altos valores de vacío

En el montaje de Espesadores del proyecto "Pueblo Viejo" se realizaron las siguientes pruebas de fuga:

- Prueba de Vacío
- Prueba Neumática
- Prueba Hidrostática

### **5.7.1. Prueba de Vacío**

La Prueba de Vacío, consistió en la aplicación de una presión de vacío sobre un sector de la junta de soldadura en el fondo del Espesador con ayuda de una caja con sellos adecuados para confinar el espacio sobre el que se aplicara la presión de vacío. Se realiza antes de la Prueba Hidrostática.

La Prueba de Vacío se realizó de acuerdo al API 650, ítem 8.6.

Antes del inicio de la prueba, el Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, tuvo el procedimiento aprobado por la supervisión.

El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, verificó las condiciones de la caja de vacío, empaquetaduras de sello y accesorios necesarios para la admisión y purga de vacío, así como la utilización del vacuometro con certificado de calibración vigente.

La Prueba de Vacío se realiza bajo ciertas consideraciones:

- La caja de vacío tendrá aproximadamente las siguientes: 150mm (6 pulg) x 750m (30 pulg).
- La temperatura del metal base debe de estar entre 4°C a 52°C, a menos que la solución formadora de burbujas este diseñada para trabajar a temperaturas fuera de este rango.
- Una intensidad luminosa mínima de 1000 lux en el punto de prueba es requerida durante la realización de la prueba y evaluación de fugas.
- La caja de vacío deberá de traslapar al menos 50mm la sección de la superficie examinada previamente.

- Se aplicara un vacío parcial de 3 a 5 PSI para la prueba.
- Se considerara aceptable la prueba si el vacío es mantenido más de cinco (05) segundos o el tiempo requerido para observar el área de la prueba.
- La presencia de burbujas será indicativo de una fuga a través del espesor del material, por lo que la prueba será inaceptable en esa zona y se procederá a reparar.

Durante el desarrollo de la Prueba de Vacío, la reparación de la junta de soldadura se realizó removiendo la soldadura inicial y realizando una nueva soldadura y volviendo a realizar la Prueba de Vacío.

Culminada la Prueba de vacío, el Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, realizó el registro respectivo.

Durante el proyecto se detectó que los vacuómetros no se encontraban calibrados cuando se realizaba la Prueba de Vacío, generando una No Conformidad (NCR) por parte de la supervisión. Esta No Conformidad (NCR), se levantó llevando los vacuómetros a calibrar y realizando nuevamente la Prueba de Vacío a todas las juntas de soldadura involucradas.

Este reproceso provocó que se tenga retrasos en la liberación del fondo del Espesador para dar inicio a los trabajos de la Prueba Hidrostática.

**Figura N°43. Prueba de Vacío al fondo del Espesador de Acero Inoxidable**



**Fuente: Proyecto "Pueblo Viejo" – República Dominicana**

### **5.7.2. Prueba Neumática**

La Prueba Neumática consistió en la aplicación de aire a presión para verificar la integridad de las uniones soldadas en las planchas de refuerzo de las conexiones que atraviesan el cilindro o para verificar la hermeticidad del cilindro completo. Se realiza antes de la Prueba Hidrostática.

La Prueba Neumática se realizó de acuerdo al API 650, ítem 7.3.4

Antes del inicio de la Prueba Neumática, el Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, tuvo el procedimiento aprobado por la supervisión.

Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, verificó la Prueba Neumática así como la utilización del manómetro con certificado de calibración vigente.

La Prueba Neumática se realizó bajo ciertas consideraciones:

- Se aplicara aire a presión muy lentamente controlando el incremento de la presión a 15 PSI.
- Alcanzada la presión de la prueba, se cierra el ingreso del aire y se observa el comportamiento del manómetro. Se aplica solución formadora de burbujas.
- La Prueba Neumática será considerada aceptable cuando no se detecten fugas de aire (formación de burbujas), a través de las juntas de soldadura de las conexiones.

Durante el desarrollo de la Prueba Neumática se detectaron fugas en las conexiones de la junta de soldadura, la cual se tuvo que reparar, realizando primero el alivio de presión y se procedió a efectuar la reparación correspondiente, removiendo la soldadura inicial y realizando una nueva soldadura, volviendo a realizar la Prueba Neumática.

Culminada la Prueba Neumática, el Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, realizó el registro respectivo.

### **5.7.3. Prueba Hidrostática**

La Prueba Hidrostática, se refiere al llenado de un recipiente con agua para verificar la integridad (detectar fugas) de las juntas de soldadura que conforman el cilindro y el fondo del Espesador.

La Prueba Hidrostática se realizó de acuerdo al API 650, ítem 7.3.6.

El Jefe de Aseguramiento y Control de Calidad, verificó que todas las pruebas e inspecciones estén completas antes de la Prueba Hidrostática.

El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, tuvo el procedimiento aprobado por la supervisión antes de inicio de la prueba.

El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, verificó la Prueba Hidrostática así como la utilización de equipos con certificado de calibración vigente.

La Prueba Hidrostática se realizó bajo ciertas consideraciones:

- Debe de ser programada después de completada la parte mecánica, juntas de soldadura de fondo y cilindro y conexiones.

- Eliminación de toda basura, escombros, grasa, aceite, salpicaduras de soldadura y cualquier otro material extraño en el interior del cilindro.
- Tomar medidas de asentamiento, por lo que se marcaran ocho (08) puntos, en el cilindro para controlar el asentamiento.
- El control de asentamiento deberá de ser ejecutado de acuerdo a las etapas de llenado según se indica:
  - Antes de iniciar la Prueba Hidrostática
  - Cuando el cilindro este lleno a  $\frac{1}{4}$  de su altura (+/- 600mm)
  - Cuando el cilindro este lleno a  $\frac{1}{2}$  de su altura (+/- 600mm)
  - Cuando el cilindro este lleno a  $\frac{3}{4}$  de su altura (+/- 600mm)
  - La ultima toma se realiza 24 horas después de que se ha llenado el cilindro
- Después de terminada la Prueba Hidrostática, solo elementos no estructurales pequeños se podrán soldar.
- El agua permanecerá en el cilindro del Espesador un tiempo de 24 horas, si durante este periodo no se detectan fugas, la prueba se dará como aceptada.

Si durante el llenado del cilindro se hubieran detectado fugas, se detenía el llenado y se bajaba el nivel de agua a 60cm (2 pie), debajo el nivel de fuga y repara, una vez reparada la fuga se reinicia el llenado.

Con la Prueba Hidrostática se pudo verificar el correcto nivel de las planchas dentadas de la canaleta de rebose o launder.

Culminada la Prueba Hidrostática, el Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, realizó el registro respectivo.

La Prueba Hidrostática también es llamada Prueba de Estanqueidad.

**Figura N°44. Prueba Hidrostática (Prueba de Estanqueidad)**



**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

**Figura N°45. Verificación del Nivel de las planchas dentadas del Canal de Rebose (Launder)**



**Fuente: Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento de Espesadores - Outotec**

### **5.8. Protección Superficial**

Para mejorar el comportamiento de los elementos del Espesador expuestos a la intemperie, se utilizaron diversos recubrimientos de protección o tratamientos de superficie. Estos se aplicaron en base a procesos o especificaciones.

En el montaje de Espesadores se realizaron resanes de pintura (Touch Up) y pintura de acabado.

#### **5.8.1. Resane de Pintura (Touch Up)**

Se llevó a cabo con el fin de reparar los bordes realizados por soldadura, juntas de soldadura y la capa dañada durante la eliminación de los defectos de construcción, tales como salpicaduras de soldadura, laminaciones y otros defectos de aplicación.

Se utilizó el sistema de pintura de acuerdo a la especificación del proyecto.

Para el inicio de los trabajos de Resane de Pintura (Touch Up), la preparación de la superficie estuvo de acuerdo a SSPC-SP2 en la que se indica que es una limpieza con herramientas manuales o SSPC-SP11 que indica es una limpieza mecánica con herramientas eléctricas de potencia.

Se removieron los contaminantes (suciedad, grasa y sales) de los elementos a pintar.

Al inicio del Touch Up la superficie estuvo limpia, sin señales de humo de soldadura, golpes de arco, salpicaduras de soldadura.

El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, verificó el correcto almacenamiento de la pintura, que esté de acuerdo a la hoja técnica del proveedor.

Verificó las condiciones ambientales de acuerdo a la hoja técnica del producto y especificación del proyecto.

Fue el responsable de monitorear las condiciones climáticas, especialmente el Punto de Rocío.

### **5.8.2. Pintura de Acabado**

La pintura de acabado fue la aplicación de sucesivas capas de recubrimientos aplicadas sobre una superficie limpia.

La pintura de acabado se realizó después de completado y aceptado el resane de pintura (Touch Up).

La superficie estuvo limpia, si señales de humo, golpes de arco, salpicadura de soldadura, grasa, sales e imperfecciones de superficie.

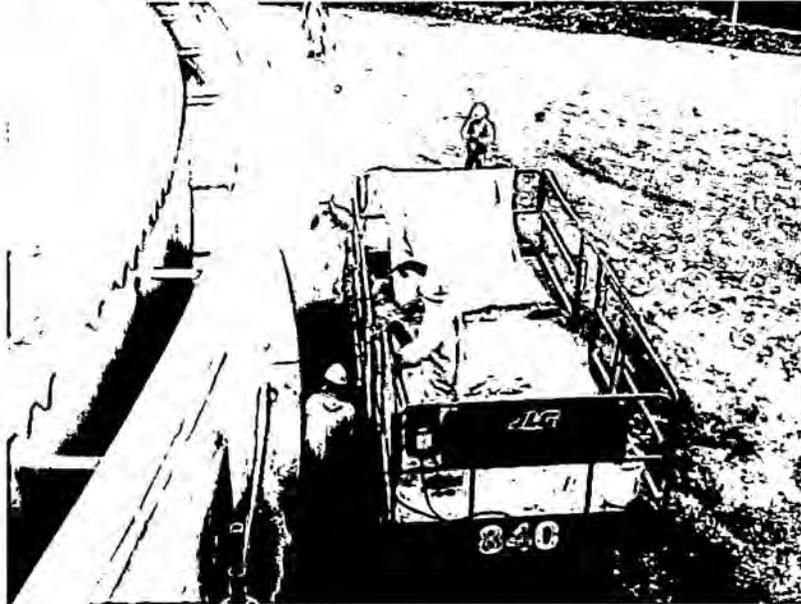
La superficie se lavó con detergente biogradable para retirar cualquier resto de grasa y/o aceite que aún se detectaban.

Se consideró el tiempo de repintado entre capas, porque poco tiempo pudo afectar la evaporación de solventes y causar problemas, un largo tiempo puede afectar la adherencia entre las capas de pintura.

Finalizada la pintura el Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, inspeccionó la aplicación de pintura a través de:

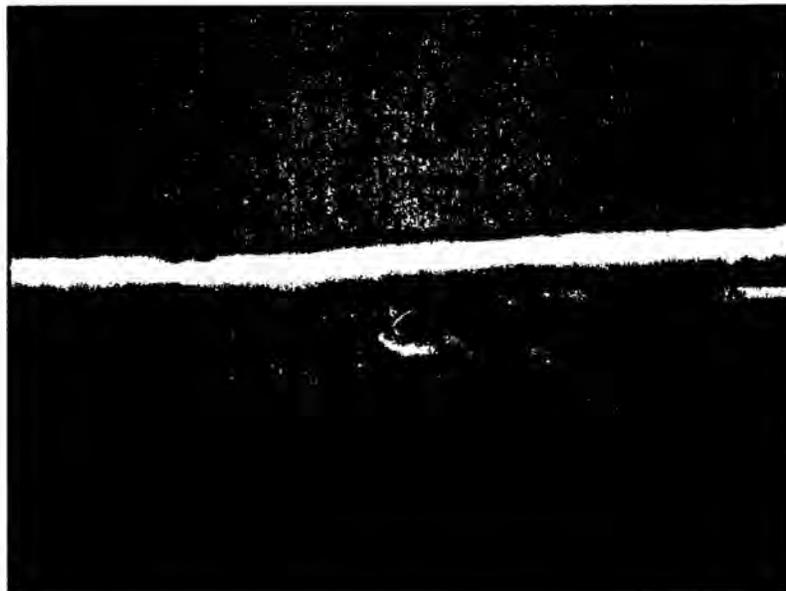
- Inspección visual las superficies para asegurar que las condiciones de la superficie existan
- Verificar la preparación de la superficie y los perfiles de rugosidad de la superficie
- Verificar que las superficies limpias se mantengan libres de contaminación
- Verificar que la humedad u otro tipo de contaminación en la superficie no esté presente
- Documentar la temperatura y humedad
- Mediciones de espesores secos de la pintura de acabado de acuerdo al estándar SSPC-PA2.
- Inspección visual para asegurar que cada película de pintura de cada capa esté libre de defectos como ampollas, cráteres, pulverizado en seco, las marcas de superposición y las marcas de brocha innecesaria.
- Medición de la resistencia a la adherencia de las capas, según el sistema aplicado.
- Verificar que todos los instrumentos utilizados tengan certificado de calibración vigente.

**Figura N°46. Lavado de la parte exterior del Espesador**



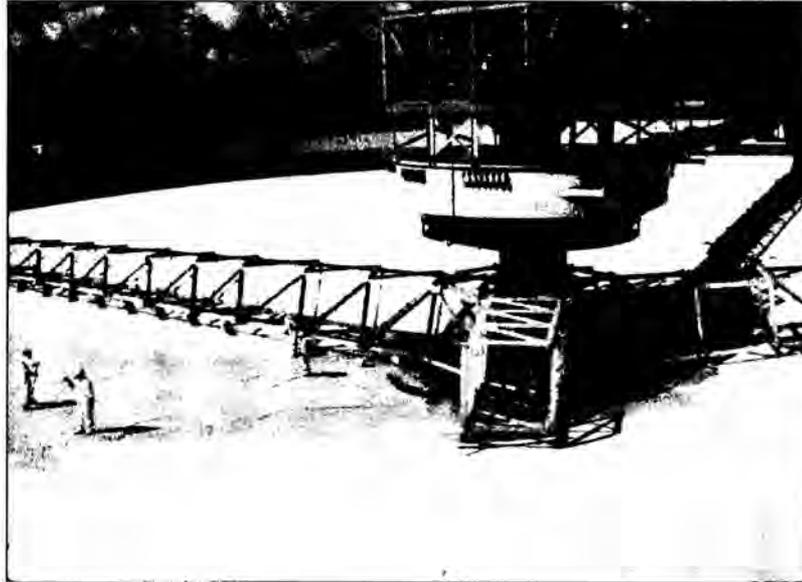
**Fuente: Proyecto "Pueblo Viejo" – República Dominicana**

**Figura N°47. Mala Inspección Visual de Soldadura detectada durante el proceso de Pintura de Acabado del Espesador**



**Fuente: Proyecto "Pueblo Viejo" – República Dominicana**

**Figura N°48. Pintura de Acabado del Interior del Espesador**



**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

### **5.8.3. Prueba de Adherencia**

La Prueba de Adherencia indica la fuerza con la que el revestimiento está afianzado en la superficie o en otra capa de revestimiento o la fuerza de cohesión de algunos sustratos.

La Prueba de Adherencia se realizó de acuerdo al ASTM D4541, usando un Probador de Adhesión Tipo III (Método C).

La Prueba consiste en instalar el “Dolly” mediante un adhesivo, dejar secar el adhesivo y retirarlo con el equipo de Adherencia el cual tendrá un rango de valores de presión en Megapascal (MPa).

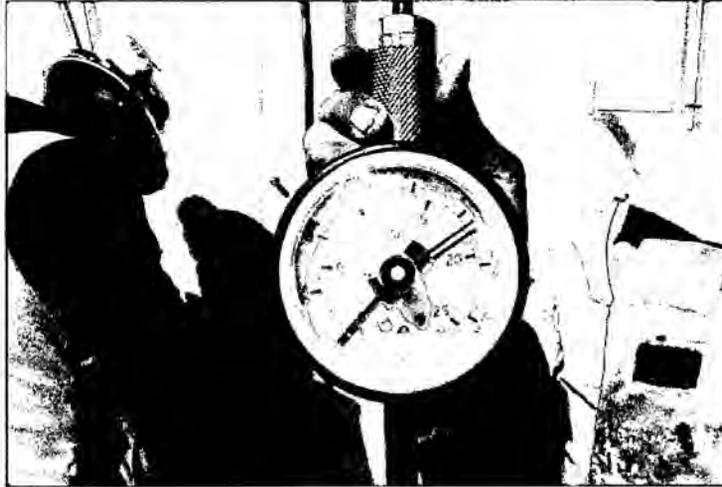
La Prueba de Adherencia pudo haber sido realizada por la empresa que provee la pintura o por el Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad.

En el proyecto la Prueba de Adherencia fue realizada por el Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad de la empresa Haug S.A., realizando la prueba en la pintura de acabado.

El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, verificó que el equipo de Prueba de Adherencia se encuentre en buen estado y cuente con Certificado de Calibración Vigente.

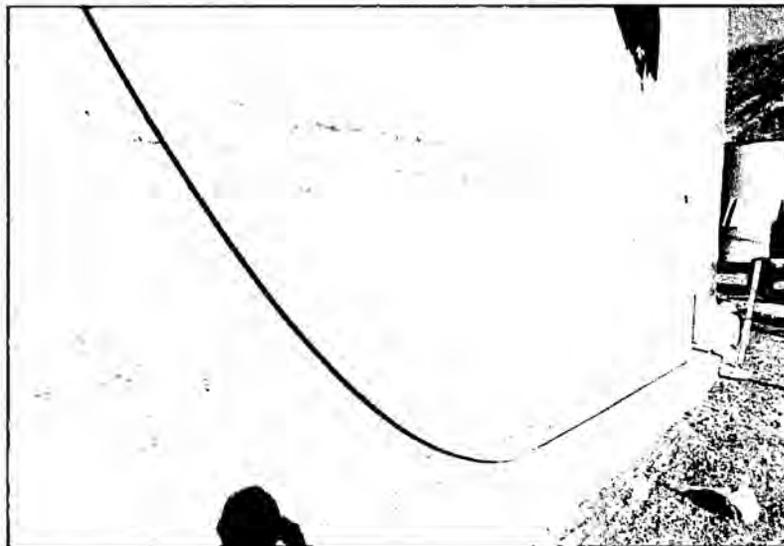
En el proyecto se detectó una mala adherencia en la pintura de acabado, desprendiéndose la capa de pintura aplicada, teniendo que remover toda la pintura para realizar nuevamente el trabajo.

**Figura N°49. Equipo de Prueba de Adherencia**



**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

**Figura N°50. Reparación de pintura de acabado debido a una mala Adherencia**



**Fuente: Proyecto “Pueblo Viejo” – República Dominicana**

#### **5.8.4. Pasivado**

El pasivado fue la limpieza que se realizó a las planchas inoxidable del Espesador, las cuales fueron afectadas por procesos térmicos (cortes, soldadura, etc.).

El Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, fue el responsable se revisar y reportar todas las áreas que fueron afectadas térmicamente y las áreas que estuvieron en contacto con material Acero Estructural (A36) para su reparación.

Si después de realizado el trabajo se encontraba evidencia de una limpieza inadecuada, se notificó al Supervisor responsable de estos trabajos para su inmediato tratamiento.

Las áreas afectadas fueron las juntas de soldadura del cilindro (vertical y horizontal), juntas de soldadura del fondo, juntas de soldadura de conexiones y juntas de soldadura de Anillo de Rigidez.,

Los problemas presentados en el pasivado de los Espesadores, fueron mayormente por temas de seguridad, ya que se encontraron en muchas ocasiones personal que no utilizaban los Equipos de Protección Personal (EPP) tales como guantes, lentes de protección, respiradores o máscaras y ropa de protección, debido a que el producto no debió de tener contacto con la piel ni con los ojos ya que este producto causa irritación.

El producto que se utilizó para realizar el pasivado de los Espesadores de acero inoxidable fue el Exanox

## **5.9. Plan de Calidad**



# PLAN DE CALIDAD

PE.OPER.2012.PL.001

Fecha: 07/06/2014

Revisión: 0

Página: 1 de 12

**CLIENTE:** FLUOR - BARRICK  
**Proyecto:** Pueblo Viejo Dominicana

RESPONSABILIDAD	FECHA	SELLO Y FIRMA
REVISADO POR:	07/06/2014	
APROBADO POR:	07/06/2014	



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



# PLAN DE CALIDAD

PE.OPER.2012.PL.001

Fecha: 07/06/2014

Revisión: 0

Página: 2 de 12

## CONTENIDO

1. Objetivo
2. Ámbito de Aplicación
3. Responsabilidad de Implementación
4. Referencias
5. Terminologías
6. Desarrollo
7. Historial de Cambios



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



## PLAN DE CALIDAD

PE.OPER.2012.PL.001

Fecha: 07/06/2014

Revisión: 0

Página: 3 de 12

### 1. OBJETIVO

El presente Plan de Calidad define como HAUG S.A. establecerá el proceso y la secuencia de actividades ligadas a la calidad, con base en la normativa ISO 9001:2008, y que sean aplicables a la ejecución de actividades que constituyen el proyecto "PUEBLO VIEJO", por encargo de **MINERA BARRICK**.

El contenido de este documento, así como lo indicado en el documento "PE.OPER.2012.PL.002 Plan de Inspección y Ensayo" del proyecto, acerca de los controles a aplicar durante las diferentes etapas de los procesos aplicables al proyecto "PUEBLO VIEJO", permitirán dar la confiabilidad, así como a MINERA BARRICK, que los trabajos ejecutados por HAUG S.A., son acordes con los requisitos de la calidad aplicables a la ejecución del presente proyecto.

### 2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Plan de Calidad es aplicable a los trabajos requeridos en el proyecto "MONTAJE DE ESPESADORES EN TERRENO" que se será realizado por HAUG S.A. asignada por **FLUOR** en las instalaciones del Proyecto "PUEBLO VIEJO", ciudad de Cotuí, provincia de Sánchez Ramírez, Republica Dominicana.

### 3. RESPONSABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN

#### Gerente de Proyecto:

- ✓ Responsable del cumplimiento de todas las obligaciones contraídas en la Orden de Servicio, hasta el cierre satisfactorio de la misma.
- ✓ Asegurar que se disponga y se asignen los recursos humanos calificados según el organigrama del Proyecto, así como que se disponga y asigne los recursos necesarios para asegurar la calidad del Proyecto.
- ✓ Mantener comunicación con el personal de Calidad del proyecto y monitorear el cumplimiento de las obligaciones contractuales en materia de Calidad.

#### Jefe de Control Calidad:

- ✓ Administrar el Plan de Calidad del Proyecto.
- ✓ Responsable de verificar que se efectúe las actividades operativas establecidas en el Plan de Calidad.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



## PLAN DE CALIDAD

PE.OPER.2012.PL.001

Fecha: 07/06/2014

Revisión: 0

Página: 4 de 12

- ✓ Monitorear y/o coordinar la ejecución de las inspecciones y ensayos a realizar durante el proyecto, según se detalla en el Plan de Inspección y Ensayo aprobado por el cliente.
- ✓ Delegar y asignar funciones a los Inspectores de Calidad y monitorear el cumplimiento de las mismas.
- ✓ Coordinar y realizar seguimiento de las No Conformidades hasta el cierre de las mismas.
- ✓ Organizar la elaboración final del Dossier de Calidad del Proyecto.

### **Inspector de Control Calidad (Planta y Obra):**

- ✓ Ejecutar, monitorear y/o coordinar la ejecución de las inspecciones y ensayos de su especialidad, según se detalla en el Plan de Inspección y Ensayo aprobado por el cliente.
- ✓ Elaborar y/o completar los datos de los registros de calidad aplicables y compilarlos en el Dossier de Calidad del proyecto.
- ✓ Emitir No Conformidades y realizar el seguimiento hasta el cierre de las mismas.

#### **4. REFERENCIAS**

- ✓ PE.QHSE.0000.MA.001: Manual QHSE HAUG S.A.

#### **5. TERMINOLOGÍAS**

No aplica.

#### **6. DESARROLLO**

##### **6.1 RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN**

La Gerencia General de HAUG S.A. ha establecido una Misión, Visión y Política Integrada QHSE (Calidad, Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente) para desarrollar y mantener un Sistema Integrado de Gestión y lograr los beneficios de todas las partes interesadas. La Gerencia General de HAUG S.A., a través de la Gerencia de Operaciones ha designado al **Gerente de Proyecto**, quién tendrá la responsabilidad general del proyecto. En consecuencia dicha persona tiene plena responsabilidad y compromiso con la implementación del **Plan de Calidad** para el presente proyecto.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



## PLAN DE CALIDAD

PE.OPER.2012.PL.001

Fecha: 07/06/2014

Revisión: 0

Página: 5 de 12

### 6.1.1 MISIÓN, VISIÓN Y POLÍTICA INTEGRADA

#### MISIÓN

Prestar servicios de su especialidad con los más altos niveles de calidad, seguridad, cumplimiento y rentabilidad, para la plena satisfacción de sus Clientes y el cumplimiento de su responsabilidad social y empresarial.

#### VISIÓN

Ser empresa líder en Ingeniería, Construcción y Montaje, con crecimiento en el Perú y presencia en el extranjero, basado en exigentes criterios de calidad e innovación, garantizando a sus Clientes un servicio de excelencia.

#### POLITICA INTEGRADA

(Ver en Página siguiente)



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

En HAUG S.A. nos dedicamos a ofrecer servicios de Ingeniería, Construcción y Montaje con personal altamente calificado y con una presencia en el mercado de más de 60 años de experiencia.

Para garantizar el éxito sostenido de nuestro negocio, asumimos los siguientes compromisos:

- Cumplir con los requisitos establecidos por nuestros clientes en términos de calidad, seguridad, salud en el trabajo, y medio ambiente.
- Prevenir la contaminación ambiental, las lesiones y enfermedades ocupacionales como consecuencia de nuestras actividades.
- Cumplir con la legislación nacional vigente y con cualquier otro requisito que la organización considere necesario en materia de calidad, seguridad, salud en el trabajo y medio ambiente.
- Garantizar que los trabajadores y sus representantes sean comunicados y consultados sobre la gestión de seguridad y salud en el trabajo, promoviendo su participación activa.
- Mejorar continuamente la eficacia de la gestión del Sistema QHSE.



HENRY PERRET  
Gerente General  
Haug S.A.  
GERENCIA GENERAL

## 6.2 CONTROL DE DOCUMENTOS Y DATOS

HAUG S.A. ha establecido el “**Procedimiento de Control de Documentos y Registros**” como parte de su Sistema Integrado de Gestión, en el cual se define los controles necesarios para aprobar los documentos a desarrollar, su revisión y actualización, cuando sea necesario, así como para llevar a cabo su re-aprobación. El Gerente de Proyecto seguirá los lineamientos de este procedimiento a fin de asegurar que la distribución de los documentos es controlada, que son legibles, recuperables y trazables, así como también evitar el uso no intencionado de documentos obsoletos.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



## PLAN DE CALIDAD

PE.OPER.2012.PL.001

Fecha: 07/06/2014

Revisión: 0

Página: 7 de 12

La documentación acopiada durante el proyecto conforma el archivo de datos del proyecto, y deberá ser mantenida, en medios físicos o electrónicos, así como permitir su acceso y recuperación, al menos durante 5 años después de la entrega del proyecto.

### 6.3 CONTROL DE LOS REGISTROS

Toda la documentación generada como parte de la implementación del presente Plan de Calidad del proyecto constituirá una evidencia o registro del cumplimiento de los requisitos del cliente. El Ingeniero de Oficina Técnica del Proyecto y el Jefe de Control de Calidad del proyecto seguirán los lineamientos del documento "**Procedimiento de Control de Documentos y Registros**" para la identificación, almacenamiento, protección, recuperación y disposición final de los registros.

### 6.4 GESTION DE LOS RECURSOS

HAUG S.A. ha previsto la asignación de todos los recursos necesarios para la correcta y completa ejecución de los trabajos del proyecto, con la finalidad de lograr los requisitos de calidad especificados.

HAUG S.A. se asegura que todo el personal sea competente, con base en la educación, formación, habilidad y experiencia; adecuada a las funciones que desempeñaran en el proyecto. Las competencias necesarias del personal para cada puesto dentro de la organización se encuentran establecidas en el "Manual de Descripciones de Puestos". Periódicamente se realizan evaluaciones de desempeño, cuyos resultados pueden determinar las necesidades de capacitación del personal para mejorar sus competencias y alinearlas a las requeridas para el proyecto.

HAUG S.A. cuenta con el "Procedimiento de Capacitación de Personal", de tal manera de asegurar que el personal que conforma la organización es calificado y cuenta con el perfil requerido para el desempeño de las funciones que les serán asignadas.

Respecto a los equipos a emplear en el proyecto, el área de Mantenimiento, se asegurará de que los equipos empleados en el sitio de obra se encuentren operativos y se les haya realizado el mantenimiento periódico programado.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

### **6.5 REVISIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CLIENTE**

La relación entre BARRICK y HAUG S.A., es plasmada formalmente, para la ejecución de los trabajos del Proyecto, el cual es acompañado de especificaciones técnicas y otros documentos que definen el alcance del proyecto y los requisitos de calidad para los trabajos del Proyecto.

Como resultado de la revisión de los requisitos de Calidad del proyecto, se ha elaborado el documento "**PE.OPER.2012.PL.002 Plan de Inspección y Ensayo**" específico para el proyecto, donde se resumen los controles y criterios de aceptación aplicables durante las fases del proyecto. Este Plan de Inspección y Ensayo incluirá los requisitos legales y reglamentarios que fueran aplicables al proyecto.

### **6.6 COMUNICACIÓN CON EL CLIENTE**

HAUG S.A. mantendrá una comunicación permanente con FLUOR y BARRICK durante toda la ejecución del proyecto, siguiendo los mecanismos formales establecidos. Esta comunicación puede ser relativa al avance del proyecto, consultas técnicas, modificaciones del contrato o alcance del proyecto, resultados de pruebas, así como la retroalimentación del cliente, incluyendo sus quejas y tratamiento de las mismas.

La comunicación con FLUOR podrá realizarse por canales formales e informales, toda comunicación formal será realizada a través del Gerente de Proyecto.

### **6.7 DISEÑO**

HAUG S.A. realizará el diseño de los entregables del proyecto que están bajo su responsabilidad, siguiendo las etapas de planificación, revisión, verificación y validación, así como las referidas al control de cambios del diseño, de acuerdo con al "Procedimiento de Ingeniería" del Sistema Integrado de Gestión, asegurando la interacción entre las diferentes áreas implicadas en el diseño para asegurar una comunicación eficaz y una clara asignación de responsabilidades.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



## PLAN DE CALIDAD

PE.OPER.2012.PL.001

Fecha: 07/06/2014

Revisión: 0

Página: 9 de 12

### 6.8 PLANIFICACION Y DESARROLLO DEL PROYECTO

HAUG S.A. realizará la planificación del proyecto, la misma que estará relacionada a la consecución de los objetivos de alcance, tiempo y costo, así como de calidad, seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, según los lineamientos establecidos en su Manual QHSE.

Se establecerá un cronograma inicial y una estructura de descomposición del trabajo como línea base para determinar los recursos necesarios y su gestión en el tiempo.

De considerarlo necesario, el Gerente de Proyecto solicitará la emisión de procedimientos, planes o instrucciones específicas para el proyecto, los mismos que seguirán los lineamientos del "Procedimiento de Control de Documentos y Registros" del Sistema Integrado de Gestión.

### 6.9 COMPRAS

HAUG S.A. a través de su área Logística realiza el proceso de compras de materiales e insumos requeridos por el proyecto, asegurando el cumplimiento de los requisitos de compra especificados y de acuerdo a lo establecido en el "Procedimiento de Abastecimiento de Bienes y Servicios" del Sistema Integrado de Gestión.

Todos los pedidos de compras deberán ser ingresados al sistema informático de requisiciones y seguir los niveles de aprobación correspondientes para que el área Logística pueda emitir las Órdenes de Compra o Servicio oportunamente.

### 6.10 SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN DEL PROYECTO

HAUG S.A. ha dispuesto a la través de la Gerencia de Operaciones que en cada proyecto se efectúen actividades de seguimiento y control, mediante la emisión de un reporte semanal que incluya los indicadores de avance, con base en indicadores respecto a una programación inicial o línea base, donde se plasmarán también los ajustes necesarios para mantener el control de las operaciones del proyecto, así como la retroalimentación a las diversas áreas operativas de la organización, respecto a su participación e involucramiento en las actividades que se les solicita desde los proyectos.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



## PLAN DE CALIDAD

PE.OPER.2012.PL.001

Fecha: 07/06/2014

Revisión: 0

Página: 10 de 12

Asimismo, mediante el cumplimiento de las inspecciones y ensayos indicados en el documento “**PE.OPER.2012.PL.002 Plan de Inspección y Ensayo**” del proyecto, se mantendrá el control de las actividades de inspección y ensayo realizadas a lo largo del desarrollo del proyecto.

### 6.11 IDENTIFICACIÓN Y TRAZABILIDAD

HAUG S.A. ha previsto un sistema de control de materiales y elementos que serán incorporados al proyecto bajo la premisa de demostrar el uso de materiales aprobados y liberados. Se seguirán los lineamientos del documento “Identificación y Trazabilidad” y se registrará cada elemento o parte del producto final mediante una marca individual indicada en el plano y asociándola a la documentación de calidad recibida con el material, de tal manera que pueda hacerse rastreable hasta su origen.

### 6.12 BIENES DEL CLIENTE

HAUG S.A. cuida los bienes del cliente mientras estén bajo el control de la empresa o estén siendo utilizados por la misma. Se identifica, verifica, protege y mantiene los bienes del cliente suministrados para su utilización o incorporación dentro del producto. Cualquier bien del cliente que se pierda, deteriore o que de algún otro modo se estime que es inadecuado para su uso, se registra y comunica al cliente con el documento “Bienes del Cliente”.

### 6.13 PRESERVACIÓN DE LOS ENTREGABLES DEL PROYECTO

HAUG S.A. preservará los entregables del proyecto durante las fases de procesamiento hasta la entrega al destino previsto para mantener la conformidad con los requisitos. Esto incluye la identificación, manipulación, embalaje, almacenamiento y protección de todos los componentes o sus partes hasta que sean entregados al cliente, según los requerimientos contractuales.

### 6.14 CONTROL DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

HAUG S.A. de acuerdo a lo indicado en el “Procedimiento de Gestión de Equipos/Instrumentos de Medición y Ensayo” del Sistema Integrado de Gestión, y a través del Jefe de Control de Calidad del proyecto se asegurará que los



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



## PLAN DE CALIDAD

PE.OPER.2012.PL.001

Fecha: 07/06/2014

Revisión: 0

Página: 11 de 12

equipos utilizados para el control e inspección, medición y/o verificación estén en condiciones de uso y con calibración vigente.

El Inspector de Calidad, revisará la vigencia de los informes y certificados de calibración antes de proceder a las mediciones definitivas. Asimismo, se deberá asegurar las condiciones ambientales adecuadas para el almacenaje de equipos e instrumentos, que por su precisión lo requieran. Sólo se utilizarán equipos que se encuentren dentro del periodo de calibración vigente.

HAUG S.A., mantendrá un programa de calibración de todos sus equipos e instrumentos, para garantizar una medición eficiente, manteniendo en todo momento la trazabilidad de calibración.

### 6.15 CONTROL DEL PRODUCTO NO CONFORME

HAUG S.A. de acuerdo al "Procedimiento de Control del Producto No Conforme" del Sistema Integrado de Gestión, controlará todos aquellos elementos que no cumplan con los requisitos especificados, los cuales dependiendo de su situación, serán identificados y separados temporal o definitivamente basándose en la disposición que emita el Jefe de Control de Calidad.

El Jefe de Control de Calidad, efectuará el seguimiento de los elementos No Conformes hasta su disposición final referente a su utilización o no en el Proyecto.

### 6.16 ACCIONES CORRECTIVAS / PREVENTIVAS

HAUG S.A. de acuerdo al "Procedimiento de Acciones Correctivas y Preventivas" del Sistema Integrado de Gestión, definirá y ejecutará las acciones a seguir en caso de observarse un producto No Conforme, esto podrá incluir acciones correctivas o acciones preventivas para evitar su ocurrencia y/o recurrencia a lo largo del desarrollo del Proyecto.

### 6.17 AUDITORIAS INTERNAS

HAUG S.A. realiza periódicamente, por lo menos una vez al año, auditorías internas para verificar que el Sistema Integrado de Gestión implementado es conforme con los requisitos de las normas de referencia y los establecidos por la organización.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<p><b>PLAN DE CALIDAD</b></p> <p><b>PE.OPER.2012.PL.001</b></p>	<p>Fecha: 07/06/2014</p> <p>Revisión: 0</p> <p>Página: 12 de 12</p>
---	---	---

Como parte de las auditorías internas una muestra de los procesos que involucran algunos proyectos serán auditados.

Los lineamientos para la realización de auditorías internas se establecen en el procedimiento "PE.QHSE.0000.PR.002 Procedimiento de Auditoría Interna".

**7. HISTORIAL DE CAMBIOS**

No. de Edición	Descripción de los Cambios	Elaborado por	Fecha
0	Emitido para revisión preliminar	Gerente de Proyecto	07/06/2014



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.  
**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

## **5.10. Plan de Puntos de Inspección y Ensayo (PIE)**



# PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYO - ESPESADOR

PE.OPER.2012.PL.002

Fecha: 10/06/2014

Revisión: 0

Página: 1 de 9

**CLIENTE:** FLUOR - BARRICK

**Proyecto:** Pueblo Viejo Dominicana

REVISIÓN		
<b>REVISADO POR:</b>	10/06/2014	
<b>APROBADO POR:</b>	10/06/2014	



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



# PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYO - ESPESADOR

PE.OPER.2012.PL.002

Fecha: 10/06/2014

Revisión: 0

Página: 2 de 9

## CONTENIDO

1. Objetivo
2. Ámbito de Aplicación
3. Responsabilidad de Implementación
4. Referencias
5. Terminologías
6. Desarrollo
7. Historial de Cambios



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



# PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYO - ESPESADOR

PE.OPER.2012.PL.002

Fecha: 10/06/2014

Revisión: 0

Página: 3 de 9

## 1. OBJETIVO

El presente documento muestra las inspecciones, ensayos y/o pruebas a ser consideradas para el control de las diversas fases del montaje del espesador, de acuerdo con los requisitos de la calidad y estándares aplicables del proyecto.

## 2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Plan de Inspección y Ensayo es aplicable a los trabajos a realizar por HAUG S.A., durante las labores de montaje del proyecto **“MONTAJE DE ESPESADORES EN TERRENO”** asignado por **FLUOR**, por encargo de la **COMPAÑÍA MINERA BARRICK** para su Proyecto **“PUEBLO VIEJO”**, ciudad de Cotuí, Provincia de Sanchez Ramirez, Republica Dominicana.

## 3. RESPONSABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN

### Jefe de Proyecto / Ingeniero Residente:

- ✓ Revisar la secuencia de trabajo, solicitar todos los recursos necesarios y monitorear el cumplimiento del presente Plan de Inspección y Ensayo aprobado por el cliente.

### Jefe de Control Calidad:

- ✓ Monitorear la ejecución de las inspecciones detalladas en el Plan de Inspección y Ensayo aprobado por el cliente.

### Inspector de Control Calidad:

- ✓ Ejecutar y/o monitorear la ejecución de las inspecciones detalladas en el Plan de Inspección y Ensayo aprobado por el cliente.
- ✓ Elaborar y/o completar los datos de los registros de calidad aplicables y compilarlos en el Dossier de Calidad del proyecto.

## 4. REFERENCIAS

- ✓ Estándar API 650 12va Edición – 2013.
- ✓ Código ASME de Calderas y Recipientes a Presión, Secciones V y IX.
- ✓ Código AWS D1.1 22va Edición - 2010



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



# PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYO - ESPESADOR

PE.OPER.2012.PL.002

Fecha: 10/06/2014

Revisión: 0

Página: 4 de 9

## 5. TERMINOLOGÍAS

Leyenda tipo de control:

- PE: Punto de espera.
- R: Revisión.
- W: Atestiguar, presenciar
- I: Inspección.
- V: Verificación

## 6. DESARROLLO

Ver tabla abajo.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

# PLAN DE INSPECCION Y ENSAYO – ESPESADUR

PE.OPER.2012.PL.002

Fecha: 10/06/2014

Revisión: 0

Página: 5 de 9

Item	Etapas del trabajo	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	RESPONSABLE	QUE VERIFICAR	METODO DE INSPECCION	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACION	TIPO DE CONTROL		REGISTRO
								HAUG	FLUOR	
<b>1.0 Documentación General</b>										
1.1	Emisión de Plan de Calidad y PIE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificación FLUOR</li> <li>• Manual de Calidad HAUG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe QA/QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcance del proyecto</li> <li>• Normas/Estándares aplicables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antes del inicio de los trabajos del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceptación por el cliente</li> </ul>	PE	PE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PE.OPER.2012.PL.001</li> <li>• PE.OPER.2012.PL.003</li> </ul>
1.2	Presentación de WPS y PQR. (si se requiere calificar, ver párrafo 2.0)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Base de datos HAUG de WPS y PQR</li> <li>• Planos aprobados para construcción</li> <li>• API 650</li> <li>• ASME IX</li> <li>• AWS D1.1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WPS y PQR aplicables al proyecto.</li> <li>• Planos de construcción con detalles de juntas</li> <li>• Variables esenciales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Revisión documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Previo al inicio de la soldadura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento de especificaciones y normativa aplicable</li> <li>• Aprobación por el cliente</li> </ul>	PE	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PE.OPER.2012.RG.001</li> <li>• PE.OPER.2012.RG.002</li> </ul>
1.3	Presentación de calificación de soldadores (si se requiere calificar, ver párrafo 2.0)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Base de datos HAUG</li> <li>• soldadores calificados</li> <li>• API 650</li> <li>• ASME IX</li> <li>• AWS D1.1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posiciones calificadas</li> <li>• Rango de espesores calificados</li> <li>• Variables esenciales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Revisión documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Previo al inicio de la soldadura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento de especificaciones y normativa aplicable</li> </ul>	PE	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PE.OPER.2012.RG.003</li> </ul>
1.4	Equipos ó Instrumentos de medición y control	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manual de Calidad HAUG</li> <li>• Certificados de calibración</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigencia de calibración de instrumentos</li> <li>• Trazabilidad de calibración</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Revisión documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durante su uso en el proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De acuerdo a procedimiento HAUG aplicable</li> <li>• De acuerdo a la especificación del proyecto</li> </ul>	R	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PE.OPER.2012.RG.004</li> </ul>
1.5	Documentación de personal END	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Practica recomendada SNT-TC-1A de la ASNT</li> <li>• Certificaciones y calificaciones del personal END</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Métodos o técnicas END aplicables.</li> <li>• Vigencia de calificación del personal END.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Revisión documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antes de ejecutar algún END</li> <li>• Cada vez que se cambie de inspector</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De acuerdo a normas de referencia</li> <li>• Cumplimiento de practica recomendada SNT-TC-1A</li> </ul>	R	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PE.OPER.2012.RG.005</li> </ul>
1.6	Procedimientos de pruebas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimientos de todas las pruebas que se realizan de acuerdo a API 650 indicados en el ítem 4 de este documento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Norma/Estándar aplicable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Previo al inicio de la prueba</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento d especificaciones y norma aplicable</li> </ul>	PE	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PE.OPER.2012.RG.010</li> <li>• PE.OPER.2012.RG.011</li> <li>• PE.OPER.2012.RG.012</li> <li>• PE.OPER.2012.RG.013</li> <li>• PE.OPER.2012.RG.014</li> </ul>
<b>2.0 Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores (Sólo si requiere calificar)</b>										
2.1	Emisión de procedimientos de soldadura (WPS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• API 650</li> <li>• ASME IX</li> <li>• Planos aprobados para construcción</li> <li>• Especificación FLUOR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe QA/QC o Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesos de soldadura aplicables</li> <li>• Planos de construcción con detalles de juntas</li> <li>• Variables esenciales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> <li>• Revisión documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antes de iniciar los trabajos de soldadura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De acuerdo a API 650</li> <li>• De acuerdo a ASME IX</li> </ul>	PE	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HAUG / WPS</li> </ul>

**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.  
**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



# PLAN DE INSPECCION Y ENSAYO – ESPESADOR

PE.OPER.2012.PL.002

Fecha: 10/06/2014

Revisión: 0

Página: 6 de 9

Item	Etapas del trabajo	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	RESPONSABLE	QUE VERIFICAR	METODO DE INSPECCION	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACION	TIPO DE CONTROL		REGISTRO
								HAUG	FLUOR	
2.2	Calificación de procedimientos de soldadura	<ul style="list-style-type: none"> <li>API 650</li> <li>ASME IX</li> <li>Especificación FLUOR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspector QC</li> <li>Laboratorio externo</li> <li>Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Probeta(s): tipo y dimensiones</li> <li>Planos de montaje con detalles de juntas</li> <li>Verificación de parámetros de soldadura</li> <li>Resistencia a la tracción</li> <li>Ejecución de probetas soldadas</li> <li>Inspección visual de probetas</li> <li>Pruebas de doblez.</li> <li>Dimensiones de las probetas.</li> <li>Material base.</li> <li>Posición de soldadura.</li> <li>Parámetros de soldadura.</li> <li>Ejecución de soldadura</li> <li>Inspección visual de probetas</li> <li>Pruebas de doblez</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Revisión documental</li> <li>Visual</li> <li>Visual</li> <li>Medición directa</li> <li>Visual</li> <li>Revisión documental</li> <li>Visual</li> <li>Medición directa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Si un WPS no cubre las variables esenciales de ASME</li> <li>Por cada probeta</li> <li>Por cada probeta</li> <li>Por cada soldador</li> <li>Por cada probeta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>De acuerdo a API 650.</li> <li>De acuerdo ASME IX</li> <li>Según API 650.</li> <li>Segun ASME IX</li> <li>Según API 650.</li> <li>Segun ASME IX</li> <li>Según API 650.</li> <li>Segun ASME IX</li> </ul>	W	R	HAUG / PQR
2.3	Calificación de Soldadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>API 650</li> <li>AWS D1.1</li> <li>Especificación FLUOR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspector QC</li> <li>Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dimensiones de las probetas.</li> <li>Material base.</li> <li>Posición de soldadura.</li> <li>Parámetros de soldadura.</li> <li>Ejecución de soldadura</li> <li>Inspección visual de probetas</li> <li>Pruebas de doblez</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Revisión documental</li> <li>Visual</li> <li>Medición directa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por cada soldador</li> <li>Por cada probeta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Según API 650.</li> <li>Segun ASME IX</li> </ul>	W	R	HAUG / WPOR
<b>3.0 Recepción de Materiales en Obra</b>										
3.1	Recepción de soldadura y pintura para el montaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Listado de materiales.</li> <li>Certificados de calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumplimiento de Especificación FLUOR.</li> <li>Estado físico del suministro.</li> <li>Certificados de Calidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual.</li> <li>Revisión documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada vez que ingresa al proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Según normas AWS y hojas técnicas de fabricante de pintura</li> </ul>	I	R	
3.2	Recepción de material del cliente (partes a montar, equipos, etc)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Listado de materiales.</li> <li>Certificados de calidad.</li> <li>Documentación del vendor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estado físico del suministro.</li> <li>Documentación de calidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual.</li> <li>Revisión documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada vez que ingresan al proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprobación de recepción por HAUG y FLUOR.</li> </ul>	I	R	PE.OPER.2012.RG.006
<b>4.0 Montaje en Obra - Espesador</b>										
4.1	Aplicación de Grout	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planos aprobados para construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumplimiento de Especificación FLUOR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada vez que se realice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Según especificación FLUOR</li> <li>Según hoja técnica del producto</li> </ul>	P.E.	R	
4.2	Verificación topográfica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planos aprobados para construcción.</li> <li>Informe topográfico de contratista civil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Topógrafo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ubicación de BM</li> <li>Elevaciones y nivelación</li> <li>Planimetría</li> <li>Distancia entre ejes y ubicación de anclajes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Revisión documental</li> <li>Medición directa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para el conjunto de pedestales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medidas de acuerdo a planos de construcción</li> </ul>	I	R	PE.OPER.2012.RG.007 PE.OPER.2012.RG.018
4.3	Montaje de Columna Central	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planos aprobados para construcción.</li> <li>Planos de arreglo general.</li> <li>Especificación FLUOR</li> <li>Procedimiento de montaje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resp. de Construcción</li> <li>Inspector QC</li> <li>Topógrafo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Armado.</li> <li>Vericalidad</li> <li>Juntas y uniones.</li> <li>Ajuste de pernos de anclaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Revisión documental</li> <li>Medición directa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por cada columna y unión emperrada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medidas de acuerdo a planos de construcción</li> <li>Según especificaciones técnicas</li> </ul>	I	R	PE.OPER.2012.RG.016 PE.OPER.2012.RG.017



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.  
**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



# PLAN DE INSPECCION Y ENSAYO – ESPESADOR

PE.OPER.2012.PL.002

Fecha: 10/06/2014

Revisión: 0

Página: 8 de 9

Item	Etapas del trabajo	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	RESPONSABLE	QUE VERIFICAR	METODO DE INSPECCION	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACION	TIPO DE CONTROL		REGISTRO
								HAUG	FLUOR	
4.10	Montaje de plataforma y puente del espesador	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procedimiento de prueba construcción</li> <li>Planos aprobados para procedimiento de montaje.</li> <li>Plan Rigging</li> <li>Manual del Vendor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resp. de Construcción</li> <li>Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presión aplicada</li> <li>Soportes y apoyos</li> <li>Ubicación y orientación</li> <li>Juntas</li> <li>Contra flecha (Camber)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Revisión documental</li> <li>Medición directa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por cada espesador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>De acuerdo a especificación FLUOR</li> <li>Tolerancias de acuerdo a manual del Vendor</li> </ul>	I	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>PE.OPER.2012.RG.007</li> </ul>
4.11	Montaje de mecanismo, eje y rasstras del espesador	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planos aprobados para construcción</li> <li>Procedimiento de montaje.</li> <li>Plan Rigging</li> <li>Manual del Vendor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resp. de Construcción</li> <li>Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Soportes y apoyos</li> <li>Nivelación y verticalidad</li> <li>Ajuste de pernos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Revisión documental</li> <li>Medición directa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por cada parte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Según planos aprobados para construcción</li> <li>De acuerdo a especificación FLUOR</li> <li>Tolerancias de acuerdo a manual del Vendor</li> </ul>	I	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>PE.OPER.2012.RG.007</li> <li>PE.OPER.2012.RG.016</li> <li>PE.OPER.2012.RG.017</li> </ul>
4.12	Prueba hidrostática (Estanqueidad) y Control de Asentamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Especificación FLUOR</li> <li>API 650.</li> <li>Procedimiento de prueba</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspector QC</li> <li>Topógrafo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumplimiento de procedimiento de prueba.</li> <li>Fluido de prueba.</li> <li>Control de asentamientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Revisión documental</li> <li>Medición directa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Todos los espesadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Según API 650, (Item 7.3.2 y Anexo B.2)</li> <li>Según Especificación técnica</li> </ul>	PE - W	PE - W	<ul style="list-style-type: none"> <li>PE.OPER.2012.RG.014</li> </ul>
4.13	Pintura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Especificación FLUOR</li> <li>Hojas técnicas de pintura.</li> <li>Normas SSPC.</li> <li>Procedimiento de pintado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspector QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparación superficial.</li> <li>Sistema de pintura.</li> <li>Método de aplicación.</li> <li>Espesor de película seca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Revisión documental</li> <li>Medición directa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Según SSPC PA-2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Según SSPC PA-2</li> <li>Especificación técnica FLUOR</li> </ul>	I	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>PE.OPER.2012.RG.015</li> </ul>
4.14	Verificaciones finales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planos de Arreglo General</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspector QC</li> <li>Topógrafo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verticalidad.</li> <li>Redondez</li> <li>Elevaciones.</li> <li>Ubicación de boquillas, tuberías y accesorios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Medición directa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por cada espesador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Según Especificación técnica</li> </ul>	I	R	<ul style="list-style-type: none"> <li>PE.OPER.2012.RG.008</li> </ul>
5.0 Entrega										
5.1	Aceptación de obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>Check list de documentación</li> <li>Lista de observaciones con prioridades resueltas</li> <li>Registros de inspección completos</li> <li>Terminación mecánica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Responsable QA/QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumplimiento de HAUG / PIE</li> <li>Documentación completa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Revisión documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por cada entrega</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lista de observaciones levantada</li> <li>Registros de inspección completos y con firmas</li> </ul>	PE	PE	<ul style="list-style-type: none"> <li>PE.OPER.2012.RG.019</li> </ul>
5.2	Entrega final de Obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dossier de Calidad</li> <li>Lista de observaciones levantadas</li> <li>Planos As-built.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Responsable QA/QC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumplimiento de PIE.</li> <li>Registros e inspecciones completas.</li> <li>Levantamiento de observaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Revisión documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Al cierre del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Según alcance contractual</li> </ul>	PE	PE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acta de entrega</li> </ul>

Legenda tipo de control: **PE:** Punto de espera, **R:** Revisión, **W:** Atestiguar, **presenciar**, **I:** Inspección, **V:** Verificación.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



# PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYO - ESPESADOR

PE.OPER.2012.PL.002

Fecha: 20/02/2016

Revisión: 0

Página: 9 de 9

## 7. HISTORIAL DE CAMBIOS

Revisión	Descripción del cambio	Elaborado por	Fecha
B	Emitido para aprobación.	Gerente de Proyecto	20/05/2014
C	Emitido para aprobación.	Gerente de Proyecto	04/06/2014
0	Emitido para aprobación.	Gerente de Proyecto	10/06/2014



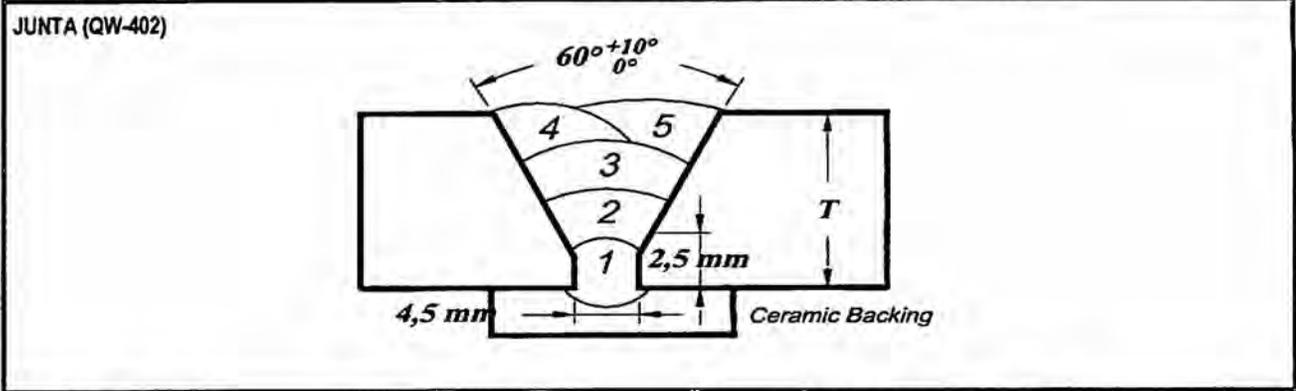
**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

**5.11. Registro de Calificación del Procedimiento de Soldadura (PQR)**

**QW-482 - RECORD ACTUAL CONDITIONS USED TO QUALIFICATION RECORDS (PQR)**

Company Name: HAUG S.A.  
 Procedure Qualification Record N°: 039 Rev.02 Date: 07 / January / 10  
 WPS N°: 058 Rev.02  
 Welding Process(es): FCAW Types: Semi-automatic



**BASE METAL (QW-403)**

Material Specification: ASTM A240  
 Type/Grade, or UNS Number: 304  
 P - No. 10H Group No 1 to P - No 10H Group No 1  
 Thickness of Test Coupon: T = 10 mm.  
 Diameter of Test Coupon: —  
 Maximum Pass Thickness: 3 mm  
 Other: —

**POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407)**

Temperature: None  
 Time: None  
 Other: None

**FILLER METALS (QW-404)**

SFA Specification: 5.22  
 AWS Classification: E 2209T1-1  
 Filler Metal F N°: 6  
 Weld Metal Analysis A N°: 8  
 Size of Filler Metal: 1,2 mm.  
 Filler Metal Product Form: Tubular flux cored  
 Supplemental Filler Metal: None  
 Electrode Flux Classification: None  
 Flux Type: None  
 Flux Trade Name: None  
 Weld Metal Thickness: 10 mm  
 Trade Name: Cor-A-Rosta P4462 by Lincoln

**GAS (QW-408)**

Percent Composition		
Gas(es)	Mixture	Flow Rate
<u>CO<sub>2</sub></u>	<u>Pure</u>	<u>20-25 l / min</u>
<u>None</u>	<u>—</u>	<u>—</u>
<u>None</u>	<u>—</u>	<u>—</u>
<u>None</u>	<u>—</u>	<u>—</u>

Shielding: —  
 Trailing: None  
 Backing: None  
 Other: None

**POSITION (QW-405)**

Position of Groove: Flat  
 Weld Progresión (Uphill, Downhill): —  
 Other: —

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)**

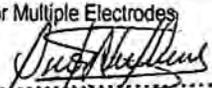
Current: DC  
 Polarity: E (+)  
 Amps: 140 - 160 A Volts: 26 - 30 V  
 Tungsten Electrode Size: None  
 Mode of Metal Transfer for FCAW: Globular  
 Other: Heat input: 0,75 to 1,20 kJ/mm

**PREHEAT (QW-406)**

Preheat Temperature: 15°C  
 Interpass Temperature: 150°C Max.  
 Other: —

**TECHNIQUE (QW-410)**

Travel Speed: 3,00 - 5,00 mm / seg  
 String or Wave: Both  
 Oscillation: NA  
 Multipass or Single: Multipass  
 Single or Multiple Electrodes: Single  
 Other: None

  
 Ing. Oscar Ventura Sosa  
 JEFE CONTROL DE CALIDAD  
 HAUG S.A.



**ENSAYO DE TRACCIÓN**

**INFORME DE LABORATORIO**

MAT-Lab-4.04

Número Total de Páginas: 2

**SOLICITADO POR :** HAUG S.A.

**DIRECCIÓN :** Av. Argentina 2060 - Callao.

**REALIZADO POR :** Laboratorio de Materiales - Analista 06.

**MUESTRA :** Probetas Soldadas de Acero Inoxidable - PQR 039.

**FECHA :** 2009.03.10.

**RESULTADOS:**

MUESTRA		T1	T2
SECCIÓN TRANSVERSAL (a x b)	ANCHO (mm)	19.43	19.45
	ESPESOR (mm)	9.98	9.97
	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	193.9	193.9
CARGAS (kN)	FLUENCIA	---	---
	MÁXIMA	138.9	141.1
TENSIONES (MPa)	FLUENCIA	---	---
	MÁXIMA	716	728
LONGITUD INICIAL ENTRE MARCAS (mm)		---	---
LONGITUD FINAL ENTRE MARCAS (mm)		---	---
ALARGAMIENTO (%)		---	---

Fecha de Ejecución: 2009.03.10.

**OBSERVACIONES:**

- . Condición de la muestra: Visualmente en buen estado.
- . Las muestras ensayadas fueron proporcionadas por el solicitante.
- . Norma de Ensayo: ASME IX - 2007.
- . Temperatura ambiente durante el ensayo: 25,0 °C.
- . La rotura de las muestras T1 y T2 se produjo en el metal base.

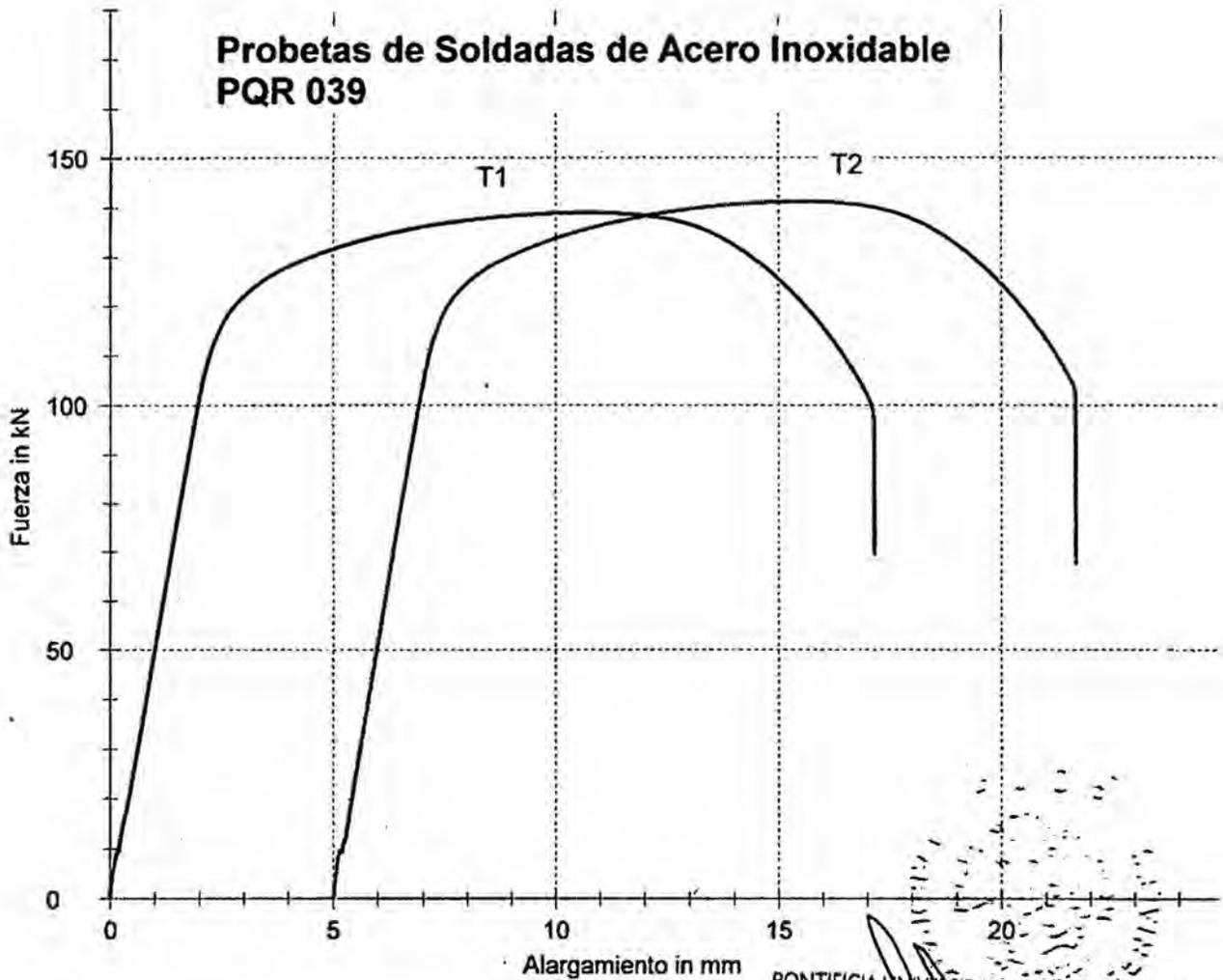
Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas

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.

MAT-MAR-0171/2009

-2



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Sección Ingeniería Mecánica

MSc. ING. ROBERTO LAZARTE GAMERO CIP 3385  
1916 114 6000 / 114 6000

## ENSAYO DE DUREZA

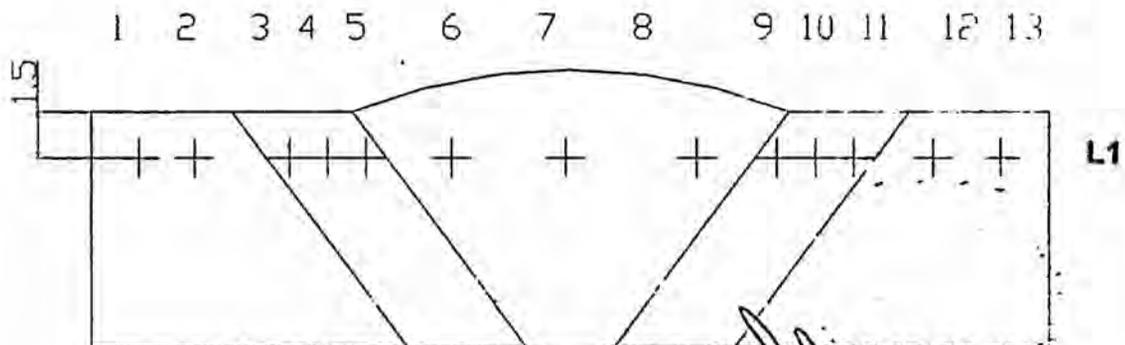
### INFORME DE LABORATORIO

MAT-Lab-4.04

Número Total de Páginas: 2

**SOLICITADO POR** : HAUG S.A.  
**DIRECCIÓN** : Av. Argentina 2060 - Callao.  
**REALIZADO POR** : Laboratorio de Materiales – Analista 10.  
**TIPO DE ENSAYO** : VICKERS.  
**MUESTRA** : Probeta de acero soldada – Muestra M1.  
**FECHA** : 2009.04.13.

### PUNTOS DE DUREZA EVALUADOS:



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Sección Ingeniería Mecánica

15c. Ing. ROBERTO LAZARTE GAMERO CIP 33859  
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: 2

**RESULTADOS:**

LINEA 1	DIMENSIONES DE LA HUELLA (µm)			DUREZA HV10	OBSERVACIONES
	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>prom</sub>		
1	249	255	252.0	292	---
2	259	267	263.0	268	---
3	241	243	242.0	317	---
4	240	252	246.0	306	---
5	245	252	248.5	300	---
6	247	248	247.5	303	---
7	248	248	248.0	302	---
8	250	253	251.5	293	---
9	247	242	244.5	310	---
10	244	250	247.0	304	---
11	252	253	252.5	291	---
12	254	265	259.5	275	---
13	259	261	260.0	274	---

Fecha de Ejecución: 2009.04.13.

**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: 25,6 °C.
- Carga: 10 kg.
- Objetivo: 2/3.
- Incertidumbre de la medición: ± 1,20 HV.
- La incertidumbre de medición ha sido determinada con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza de 95%.
- Material base: DUPLEX 2304. . Proceso de soldadura: FCAW.
- PQR N°: 39 . Espesor: 10 mm.

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.

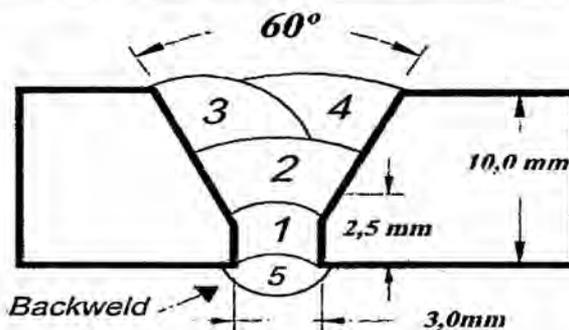
**PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (PQR)**  
 (According to Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code)

SHEET	1 de 2
EMISSION:	10/12/08
REVISION:	0

**QW-482 - RECORD ACTUAL CONDITIONS USED TO QUALIFICATION RECORDS (PQR)**

Company Name: HAUG S.A.  
 Procedure Qualification Record N°: 038 Rev. 01 Date: 28 / May / 09  
 WPS N°: 057 Rev. 01  
 Welding Process(es): SMAW Types: Manual

**JUNTA (QW-402)**



**BASE METAL (QW-403)**

Material Specification: ASTM A240  
 Type/Grade, or UNS Number: 2304  
 P - No. 10H Group No 1 to P - No 10H Group No 1  
 Thickness of Test Coupon: T = 10 mm.  
 Diameter of Test Coupon: N.A.  
 Maximum Pass Thickness: 3 mm  
 Other: \_\_\_\_\_

**POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407)**

Temperature: None  
 Time: None  
 Other: None

**FILLER METALS (QW-404)**

SFA Specification: 5.4  
 AWS Classification: E2209-16  
 Filler Metal F N°: 5  
 Weld Metal Analysis A N°: 8  
 Size of Filler Metal: 3,2 mm  
 Filler Metal Product Form: N.A.  
 Supplemental Filler Metal: N.A.  
 Electrode Flux Classification: N.A.  
 Flux Type: N.A.  
 Flux Trade Name: N.A.  
 Weld Metal Thickness: 10 mm  
 Trade Name: Blue Max Arosta 4462 - Lincoln

**GAS (QW-408)**

	Porcent Composition		
	Gas(es)	Mixture	Flow Rate
Shielding	<u>None</u>	<u>—</u>	<u>—</u>
Trailing	<u>None</u>	<u>—</u>	<u>—</u>
Backing	<u>None</u>	<u>—</u>	<u>—</u>
Other	<u>None</u>	<u>—</u>	<u>—</u>

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)**

Current: DC  
 Polarity: E (-) Root / E (+) Other pass  
 Amps: 80 - 110 A Volts: 28,4 - 33,0 V  
 Tungsten Electrode Size: None  
 Mode of Metal Transfer for FCAW: NA  
 Other: Heat input: 0,81 to 1,58 kJ/mm

**POSITION (QW-405)**

Position of Groove: Flat  
 Weld Progresión (Uphill, Downhill): —  
 Other: —

**TECHNIQUE (QW-410)**

Travel Speed: 1,88 - 4,24 mm / seg  
 String or Wave: both  
 Oscillation: NA  
 Multipass or Single: Multipass  
 Single or Multiple Electrodes: Single  
 Other: None

**PREHEAT (QW-406)**

Preheat Temperature: 15°C  
 Interpass Temperature: Up to 58°C Max.  
 Other: —

ARYS QC 1  
 JOSE L CERNA  
 00110021  
 CWI  
*J. Cerna*  
 30 MAY 09

*Oscar Ventura Sosa*  
 Ing. Oscar Ventura Sosa  
 JEFE CONTROL DE CALIDAD  
 HAUG S.A.



**PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (PQR)**  
(According to Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code)

HAUG / PQR	
SHEET	2 de 2
EMISSION:	10/12/08
REVISION:	0

PQR No. 038

**TENSILE TESTS (QW-150)**

Specimen N°	Width (mm)	Thickness (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	Ultimate Total Load (kN)	Ultimate Unit Stress (Mpa)	Type of Failure & Location
T1	19,15	9,90	189,6	140,3	740	Break in base metal
T2	19,26	10,05	193,6	142,4	735	Break in base metal

**GUIDED BEND TESTS (QW-160)**

Type and Figure N°	Type and Figure N°
HAUG-PQR-38 F1 ( Face bend )	Accept
HAUG-PQR-38 F2 ( Face bend )	Accept
HAUG-PQR-38 R1 ( Root bend )	Accept
HAUG-PQR-38 R2 ( Root bend )	Accept

**TOUGHNESS TESTS (QW-170)**

Specimen N°	Notch Location	Specimen Size	Test Temp.	Impact Values			Drop Weight Break (Y/N)
				Fl. Lbs.	% Shear	Mfts	
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---

**FILLET WELD TESTS (QW-180)**

Result - Satisfactory: Yes  No  Penetration Into Parent Metal: Yes  No   
Macro - Results None

**OTHER TESTS**

Type of Tests FERRITE TESTING ( With FERITSCOPE @FMP30 Fischer )

Result : % Ferrite content : 30,5% to 36,8%

Type of Tests MICRO-HARDNESS HV10

Result : Average : Base Metal :235 ; HAZ :239; Weld : 250 See MAT-MAY-0406/2009 by PUCP

Welder's Name: Campos Olivares, Mauro Stamp N: HFC - 154

Test Conducted by HAUG & PUCP Laboratory Test N° MAT-MAY-0444/2009

We certify that statements in this record are correct and that the welds were prepared, welded and tested in accordance with the requirements of Section IX of the ASME Boiler and Pressure Vessel Code - 2008a.

Manufacturer or Contractor: HAUG S.A.

Certified by: Oscar Ventura Sign: [Signature] Date: 30 / May / 2009

Ing. Oscar Ventura Sosa  
JEFE CONTROL DE CALIDAD  
HAUG S.A.



**ENSAYO DE TRACCIÓN**

**INFORME DE LABORATORIO**

MAT-Lab-4.04

Número Total de Páginas: 4

**SOLICITADO POR :** HAUG S.A.

**DIRECCIÓN :** Av. Argentina 2060 - Callao.

**REALIZADO POR :** Laboratorio de Materiales - Analista 07.

**MUESTRA :** Probetas Soldadas de Acero (PQR N°: 38 -LINCOLN).

**FECHA :** 2009.05.29.

**RESULTADOS:**

MUESTRA		T1	T2
SECCIÓN TRANSVERSAL (a x b)	ANCHO (mm)	19.15	19.26
	ESPESOR (mm)	9.90	10.05
	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	189.6	193.6
CARGAS (kN)	FLUENCIA	---	---
	MÁXIMA	140.3	142.4
TENSIONES (MPa)	FLUENCIA	---	---
	MÁXIMA	740	735
LONGITUD INICIAL ENTRE MARCAS (mm)		---	---
LONGITUD FINAL ENTRE MARCAS (mm)		---	---
ALARGAMIENTO (%)		---	---

Fecha de Ejecución: 2009.05.29.

**OBSERVACIONES:**

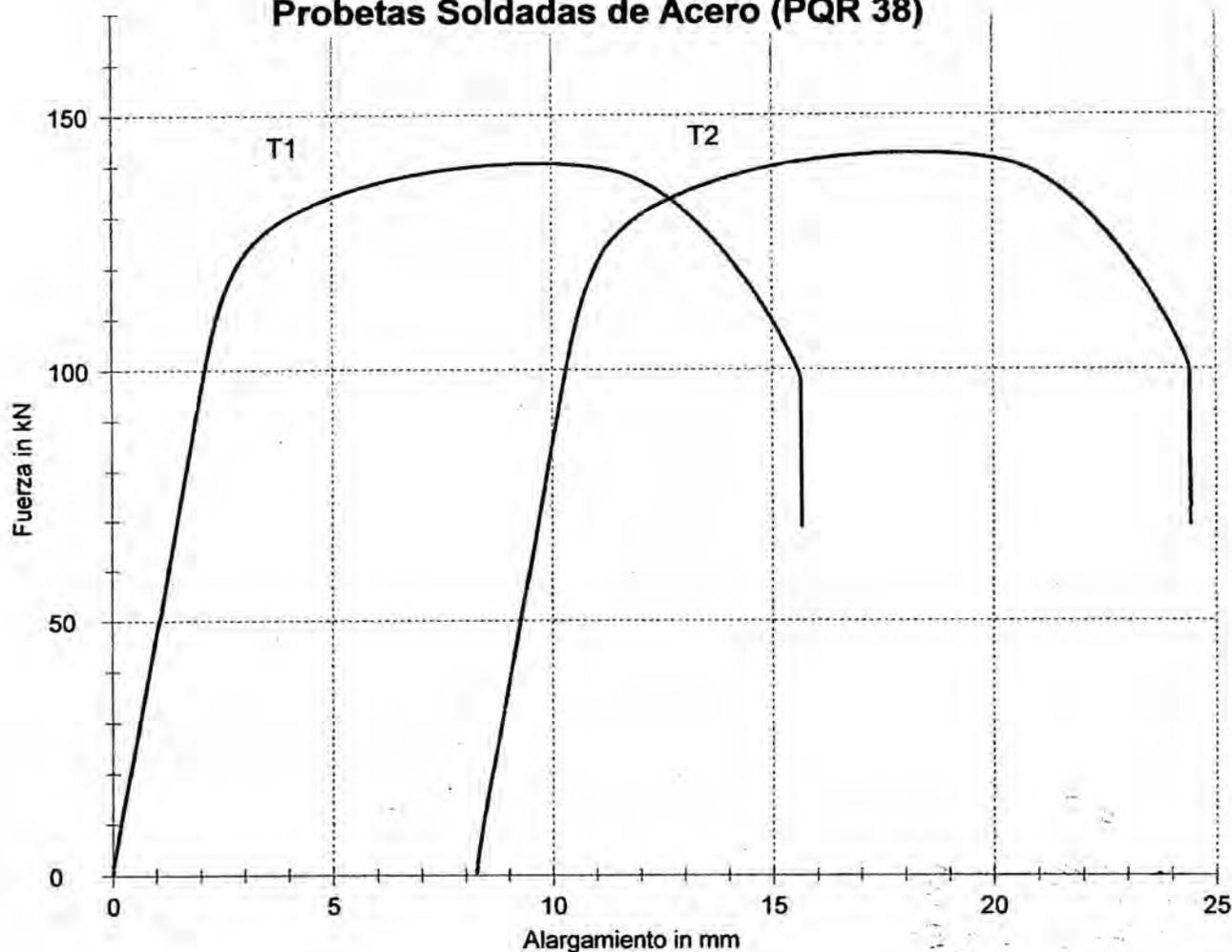
- . Condición de las muestras: Zona de ensayo normalizada.
- . Las muestras ensayadas fueron proporcionadas por el solicitante.
- . Norma de ensayo: ASME IX - 2007.
- . Temperatura ambiente durante el ensayo: 22 °C.
- . La probeta T1 rompió en el metal base. . La probeta T2 rompió en el metal base.
- . **Identificación de la muestra según indicaciones del solicitante:**  
BLUE MAX AROSTA 4462 - LINCOLN.

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.

**MAT-MAY-0444/2009**

**Probetas Soldadas de Acero (PQR 38)**



4 de 4

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Sección Ingeniería Mecánica

MSc. Ing. ROBERTO LAZARTE GAMERO CIP 3385  
Jefe de Laboratorio de Materiales

## ENSAYO DE DUREZA

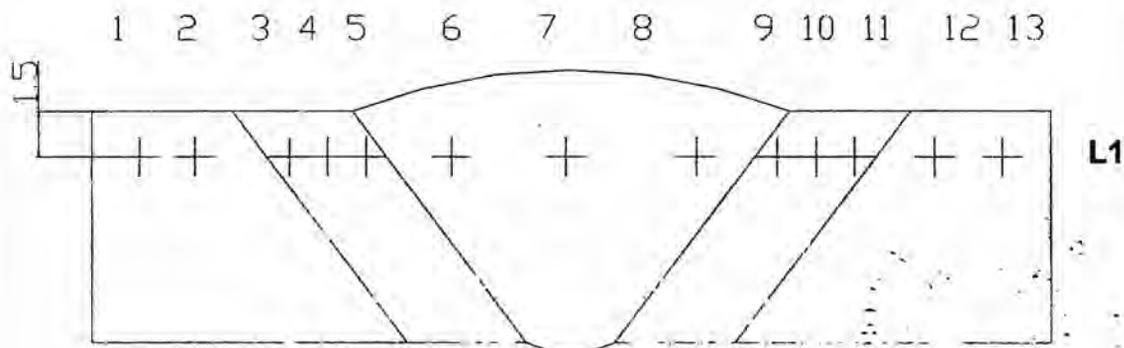
### INFORME DE LABORATORIO

MAT-Lab-4.04

Número Total de Páginas: 2

**SOLICITADO POR** : HAUG S.A.  
**DIRECCIÓN** : Av. Argentina 2060 - Callao.  
**REALIZADO POR** : Laboratorio de Materiales – Analista 10.  
**TIPO DE ENSAYO** : VICKERS.  
**MUESTRA** : Probeta de acero soldada – **MUESTRA 2.**  
**FECHA** : 2009.05.18.

### PUNTOS DE DUREZA EVALUADOS:



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Sección Ingeniería Mecánica

MSc. Ing. ROBERTO LAZAR CAMERO CIP 33958  
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.



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

**MAT-MAY-0406/2009**

**ENSAYO DE DUREZA**  
**INFORME DE LABORATORIO**

MAT-Lab-4.04

Número Total de Páginas: 2

**RESULTADOS:**

LINEA 1	DIMENSIONES DE LA HUELLA (µm)			DUREZA HV10	OBSERVACIONES
	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>prom</sub>		
1	285	288	286.5	226	---
2	279	280	279.5	237	---
3	280	286	283.0	232	---
4	280	284	282.0	233	---
5	277	280	278.5	239	---
6	274	276	275.0	245	---
7	272	271	271.5	252	---
8	270	271	270.5	253	---
9	267	270	268.5	257	---
10	276	280	278.0	240	---
11	281	280	280.5	236	---
12	279	273	276.0	243	---
13	282	279	280.5	236	---

Fecha de Ejecución: 2009.05.18.

**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: 23,8 °C.
- Carga: 10 kg.
- Objetivo: 2/3.
- Incertidumbre de la medición: ± 1,20 HV.
- La incertidumbre de medición ha sido determinada con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza de 95%.
- Proceso de soldadura: SMAW.
- Material de aporte: BLUE MAX AROSTA 4462.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA 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 producción como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (PQR)**  
(According to Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code)

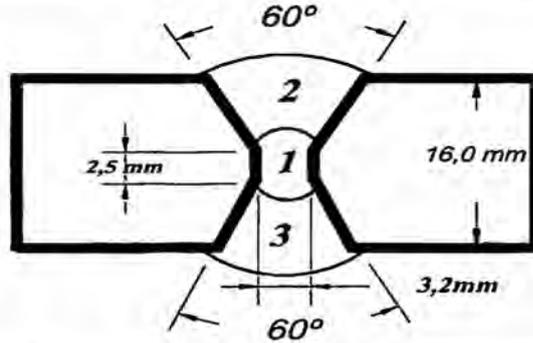
HAUG / PQR

SHEET	1 de 2
EMISSION:	10/12/08
REVISION:	0

**QW-482 - RECORD ACTUAL CONDITIONS USED TO QUALIFICATION RECORDS (PQR)**

Company Name HAUG S.A.  
 Procedure Qualification Record N°: 097 Date: 24 / Jul / 09  
 WPS N°: 063  
 Welding Process(es): FCAW Types: Semi-Automatic

**JUNTA (QW-402)**



**BASE METAL (QW-403)**

Material Specification SA-36  
 Type/Grade, or UNS Number ---  
 P - No. 1 Group No 1 to P - No 1 Group No 1  
 Thickness of Test Coupon T = 16,0 mm  
 Diameter of Test Coupon ---  
 Maximum Pass Thickness : 6,0 mm  
 Other : ---

**POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407)**

Temperature None  
 Time None  
 Other None



**FILLER METALS (QW-404)**

SFA Specification 5.20  
 AWS Classification E71T-1  
 Filler Metal F N° 6  
 Weld Metal Analysis A N° 1  
 Size of Filler Metal 1,2 mm.  
 Filler Metal Product Form Tubular flux cored  
 Supplemental Filler Metal None  
 Electrode Flux Classification None  
 Flux Type None  
 Flux Trade Name None  
 Weld Metal Thickness 16,0 mm  
 Trade Name EXSATUB E71T-1 - Oerlikon

**GAS (QW-408)**

**Percent Composition**

Gas(es)	Mixture	Flow Rate
CO <sub>2</sub>	Pure	17 l / min
Trailing	None	---
Backing	None	---
Other	None	---

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)**

Current DC  
 Polarity E (+)  
 Amps 150-168 A Volts 22,8-24,5 V  
 Tungsten Electrode Size None  
 Mode of Metal Transfer for FCAW: Globular  
 Other ---

**POSITION (QW-405)**

Position of Groove Vertical  
 Weld Progresión(Uphill,Downhill) Uphill  
 Other ---

**TECHNIQUE (QW-410)**

Travel Speed 1,95 - 2,58 mm / seg  
 String or Wave Both  
 Oscillation To 15,0 mm  
 Multipass or Single Multipass  
 Single or Multiple Electrodes Single  
 Wire Speed 220-230 pulg/min

**PREHEAT (QW-406)**

Preheat Temperature 15°C  
 Interpass Temperature: 90°C max.  
 Other: ---

.....  
 Ing. Oscar Ventura Sosa  
 JEFE CONTROL DE CALIDAD  
 HAUG S.A.

	<b>PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (PQR)</b> (According to Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code)	HAUG / PQR	
		SHEET	2 de 2
		EMISSION:	10/12/08
		REVISION:	0

PQR No.	097
---------	-----

TENSILE TESTS (QW-150)						
Specimen N°	Width (mm)	Thickness (mm)	Area (mm²)	Ultimate Total Load (N)	Ultimate Unit Stress (Mpa)	Type of Failure & Location
T1	19,28	15,66	301,9	147810	490	Break in base metal
T2	19,16	15,72	301,2	148820	494	Break in base metal

GUIDED BEND TESTS (QW-160)	
Type and Figure N°	Type and Figure N°
HAUG-PQR-97 S1 ( Side bend )	Accept
HAUG-PQR-97 S2 ( Side bend )	Accept
HAUG-PQR-97 S3 ( Side bend )	Accept
HAUG-PQR-97 S4 ( Side bend )	Accept

TOUGHNESS TESTS (QW-170)							
Specimen N°	Notch Location	Specimen Size	Test Temp.	Impact Values			Drop Weight Break (Y/N)
				Fi. Lbs.	% Shear	Mils	
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---

<b>FILLET WELD TESTS (QW-180)</b>			
Result – Satisfactory:	Yes	---	No
Penetration Into Parent Metal:	Yes	---	No
Macro - Results	None		

<b>OTHER TESTS</b>	
Type of Tests	---
Result :	---
Type of Tests	---
Result :	---



Welder's Name:	<u>Chilingano Pillaca, Julio</u>	Stamp N:	<u>HFC-097</u>
Test Conducted by	<u>HAUG &amp; Soldexa</u>	Laboratory Test N°	<u>ET-2009-103 by Soldexa</u>

We certify that statements in this record are correct and that the welds were prepared, welded and tested in accordance with the requirements of Section IX of the ASME Boiler and Pressure Vessel Code – 2008a.

Manufacturer or Contractor: **HAUG S.A.**

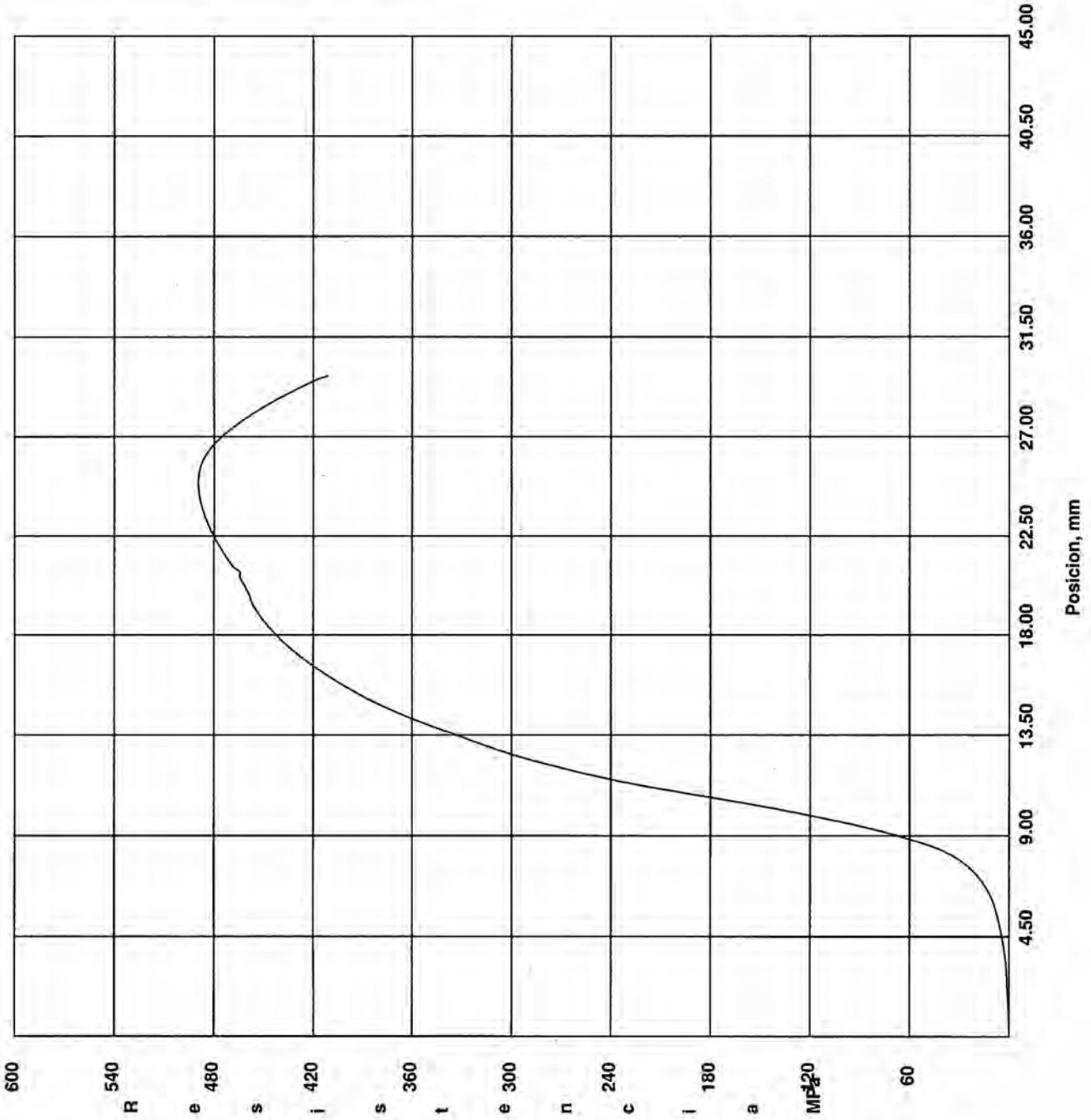
Certified by:	<u>Oscar Ventura</u>	Sign:	<u></u>	Date:	<u>24 - Jul - 2009</u>
Ing. Oscar Ventura Sosa JEFE CONTROL DE CALIDAD HAUG S.A.					



**SOLDEXA**  
**Antigua Panamericana Sur, km 38.5**  
**LURIN - LIMA**  
**PERU**

**ASTM A370**

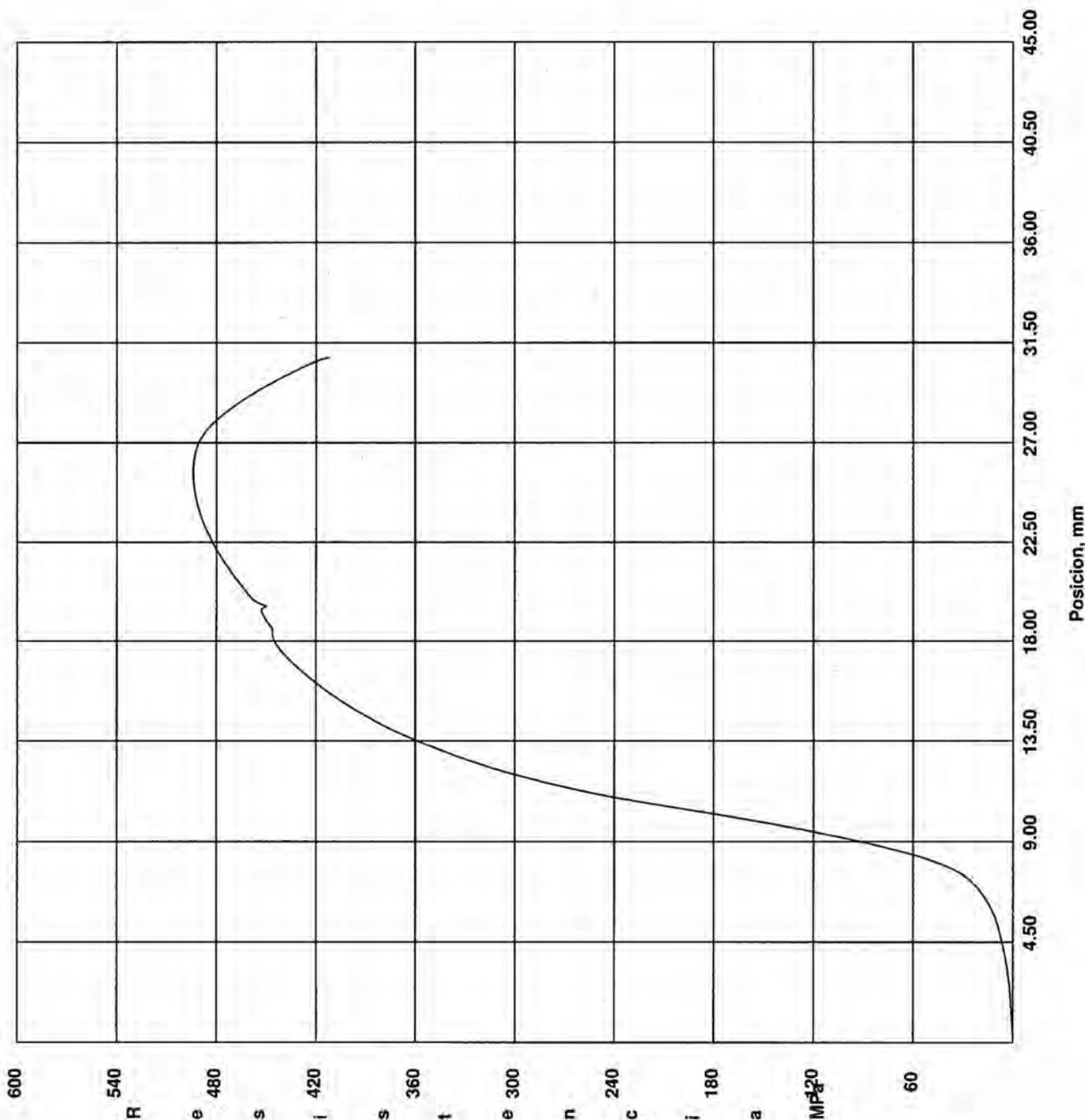
Material	NN
Ensayista	E. Solis
Configuracion de ensayo	Mtl Tensile encoder plano Soldexa
Nº Ensayo:	ET2009-103
ID Muestra:	PQR 97 T1
Ancho, mm:	19.28
Espesor, mm:	15.66
Area, mm²:	301.9
L. Fluencia, N:	118940
L. Fluencia, MPa:	394
Fuerza Maxima, N:	147810
R. Tracción, MPa:	490
Ult/YP:	1.24
Datos:	2009/24/07
Hora:	17:09
Temperatura:	22.00
Rotura:	Material Base



**SOLDEXA**  
**Antigua Panamericana Sur, km 38.5**  
**LURIN - LIMA**  
**PERU**

**ASTM A370**

Material	NN
Ensayista	E. Solis
Configuracion de ensayo	Mil Tensile encoder plano Soldexa
Nº Ensayo:	ET2009-103
ID Muestra:	PQR 97 T2
Ancho, mm:	19.16
Espesor, mm:	15.72
Area, mm²:	301.2
L. Fluencia, N:	118180
L. Fluencia, MPa:	392
Fuerza Maxima, N:	148820
R. Tracción, MPa:	494
Ult/YP:	1.26
Datos:	2009/24/07
Hora:	17:16
Temperatura:	22.00
Rotura:	Material Base



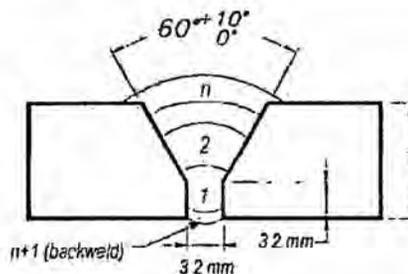


**REGISTRO DE CALIFICACION DE  
PROCEDIMIENTO (PQR)**  
(Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code)

Página: 1 de 2  
Diseño: 06-04-05  
Rev.: 01

**REGISTRO DE PROCEDIMIENTO DE CALIFICACION (PQR)**

Nombre de la compañía : **HAUG S.A.**  
 Registro del procedimiento de calificación N° : **HAUG / PQR-055** Fecha : **02-12-2005**  
 WPS N° : **HAUG / WPS-210**  
 Proceso(s) de Soldadura: **SMAW**  
 Tipo(s): **MANUAL**



<b>METAL BASE (QW-403)</b> Especificación de Material: <b>ASTM A36</b> Tipo o Grado: --- P. N°: <b>1</b> a P N°: <b>1</b> Espesor: <b>16 mm</b> Diámetro: --- Otros: ---	<b>POST. SOLDADURA (QW-407)</b> Temperatura: --- Tipo: --- Otro: ---
<b>ETALES DE APORTE (QW-404)</b> Especificación SFA: <b>SFA-5.1</b> Clasificación AWS: <b>E-7018</b> Metal de Aporte F N°: <b>F4</b> Análisis de Metal de Soldadura A N°: <b>A1</b> Tamaño del Metal de Aporte: <b>3.2 mm</b> Espesor del Metal de Soldadura: <b>16 mm</b>	<b>GAS (QW-408)</b> Tipo de Gas o Gases: --- Composición Mezcla de Gas: --- Otro: ---
<b>POSICIÓN (QW-405)</b> Posición de la Soldadura: <b>3G</b> Progresión de soldadura(Asc. O Desc.): <b>ASCENDENTE</b> Otro: ---	<b>CARACTERÍSTICAS ELECTRICAS (QW-409)</b> Corriente: <b>DC</b> Polaridad: <b>E (+)</b> Amperios: <b>80 - 140 A</b> Voltios: <b>18 - 30 V</b> Otro: ---
<b>RECALENTAMIENTO (QW-406)</b> Temperatura: --- Temp. entre pasadas: --- Otro: ---	<b>TÉCNICA (QW-410)</b> Velocidad de avance: <b>5 - 7 cm / min.</b> Cordón Recto u Ondulado <b>Pase1: recto / Resto: ondulado</b> Oscilación: <b>Como sea requerida</b> Pasada Simple o Múltiple (por lado): <b>MÚLTIPLE</b> Electrodo Simple o Múltiple: <b>SIMPLE</b> Otro: <b>LIMPIEZA ENTRE PASES</b>





**REGISTRO DE CALIFICACION DE  
PROCEDIMIENTO (PQR)**  
(Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code)

Página: 2 de 2  
Diseño: 06-04-05  
Rev.: 01

**PRUEBA DE TENSION (QW-150)**

**HAUG / PQR-055**

Probeta N°	Ancho (a) mm	Espesor (b) mm	Area (mm <sup>2</sup> )	Carga de Rotura (KN)	Esfuerzo de Rotura (MPa)	Tipo de Fracturas y Localización
R-T1- HFC-067	19.65	15.70	308.5	150.5	488	DUCTIL-METAL BASE
R-T2- HFC-067	19.90	15.66	311.6	152.5	489	DUCTIL-METAL BASE

**PRUEBA DE DOBLADO GUIADO (QW-160)**

Figura y Tipo N°	Resultado
H-QUA-SB1	(01) Abertura 1.6 mm - ACEPTADO
H-QUA-SB2	ACEPTADO
H-QUA-SB3	ACEPTADO
H-QUA-SB4	ACEPTADO

**PRUEBA DE IMPACTO (QW-170)**

Probeta N°	Localización de Entalla	Tamaño de Probeta	Temp. De Prueba	Valores de Impacto			Impacto de Caída
				lb.	% Corte	Mies	
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—

**PRUEBA DE SOLDADURA FILETE (QW-180)**

Ultado—Satisfactorio:  Penetración en Metal Base:

Ultado Macro:

**OTRAS PRUEBAS**

de Prueba:

osito de Análisis:

de Prueba:

Nombre del Soldador: **Pedro Luis Jáuregui Jáuriga** DNI: **10200948** Marca N°: **HFC-067**

argado de la Prueba: **HENRY ARENAS BARREDA** Lab oratorio de Prueba: **Pontificia Univ Católica del Perú**

ificamos que las declaraciones en este registro son correctas y que las soldaduras de prueba fueron **parados, soldadas y probadas de acuerdo con los requisitos del Código ASME Sección IX.**



Fecha: **02-12-2005** Fabricante : **HAUG S.A.**  
Proyecto : **735**





# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA  
SECCION INGENIERIA MECANICA  
LABORATORIO DE MATERIALES

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

MAT-NOV-977/2005

## ENSAYO DE TRACCIÓN

### INFORME DE LABORATORIO

MAT-Lab-4.02

Número Total de Páginas: 2

SOLICITADO POR : HAUG S.A.

DIRECCIÓN : Av. Argentina 2060 - Callao.

REALIZADO POR : Laboratorio de Materiales: Analista 07.

MUESTRA : Probetas Soldadas de Acero.

FECHA : 2005.12.01.

#### RESULTADOS:

MUESTRA		T1	T2
SECCIÓN TRANSVERSAL	a (mm)	19.65	19.90
	b (mm)	15.70	15.66
	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	308.5	311.6
CARGAS (kN)	FLUENCIA	***	***
	MÁXIMA	150.5	152.5
TENSIONES (MPa)	FLUENCIA	***	***
	MÁXIMA	488	489
LONGITUD ENTRE MARCAS (mm)		--	--
ALARGAMIENTO ENTRE MARCAS (mm)		--	--
ALARGAMIENTO (%)		--	--

Fecha de Ejecución: 2005.11.30.

#### OBSERVACIONES:

- . Condición de las muestras: Visualmente en buen estado.
- . Las probetas ensayadas fueron proporcionadas por el solicitante.
- . Norma de Ensayo: ASME IX - 2004 Velocidad de ensayo: 3mm/min
- . Ambas muestras rompieron en el metal base.
- . Temperatura ambiente durante el ensayo: 23.3 °C.

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

1 de 2

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU  
Sección Ingeniería Mecánica

Ms. Ing. Roberto Lazarte Camero CIP 33858  
Jefe del Laboratorio de Materiales



Mat-Nov-997/2005

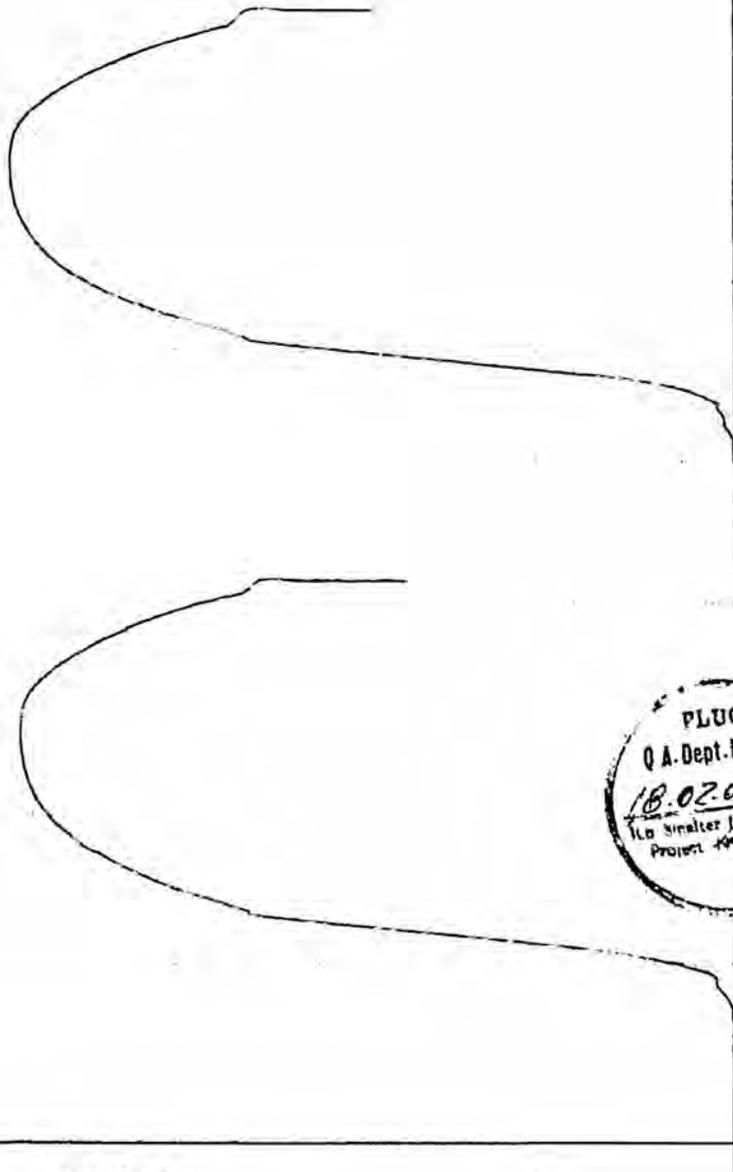
Probetas de acero soldadas

300 Kg

15 Kg

T1

T2



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU  
Sección Ingeniería Mecánica

Ms. Ing. Roberto Lazarte Cárnero CIP 33558  
Jefe del Laboratorio de Materiales

PLUMB  
Q.A. Dept. Ref. No.  
18.02.06  
The Smarter Modernization  
Project # 63211600

SL 2.1

## **5.12. Especificación del Procedimiento de Soldadura (WPS)**

	<b>WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)</b> (According to ASME code – Sección IX)		<b>HAUG / WPS</b>	
			HOJA:	1 de 2
			EMISION:	10/12/08
			REVISION:	0

**QW-482 – WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)**

Company Name:	<b>HAUG S.A.</b>	By:	<b>Ing. Oscar Ventura</b>
Welding Procedure Specification No.	<b>058.2</b>	Date:	<b>02 / Mar / 09</b>
Revision No.	<b>0</b>	Supporting PQR:	<b>039</b>
Welding Process(es):	<b>FCAW</b>	Type:	<b>Semi-automatic</b>

**JUNTA (QW-402)**

Joint Design : **Groove & Fillet**

Root Spacing: **3,0 mm**

Backing: (Yes)  (No)  ---

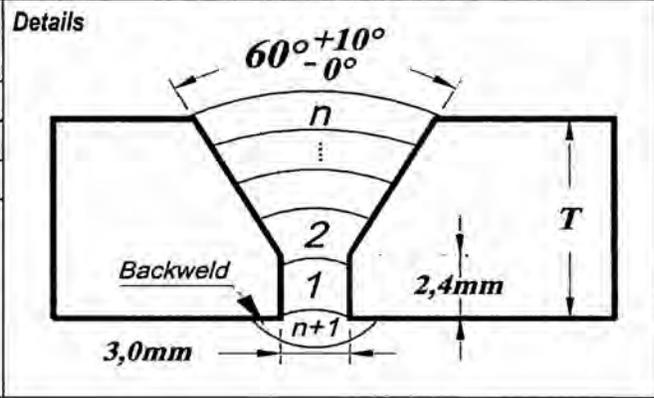
Backing Material: (Type): ---

Metal  Nonfusing Metal

Nonmetallic  Other

Sketches, production drawings, weld symbols or written description should show the general arrangement of the parts to be welded.

Where applicable, the root spacing and the details of weld groove may be specified



**BASE METALS (QW-403)**

Nº P: **10H** Group Nº: **1** to Nº P: **10H** Group Nº: **1**

Or

Specification type/grade or UNS Number **ASTM A240 type 2304**

To Specification type/grade or UNS Number **ASTM A240 type 2304**

Or

Chemical analysis and mechanical properties : ---

To Chemical analysis and mechanical properties: ---

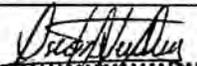
**Thickness range**

Base Metal: Groove: **8,0 mm ≤ T ≤ 12,5 mm** Fillet: **All thickness**

Maximum Pass Thickness ≤ 1/2"(13mm) Yes  No

Others

**FILLER METAL: (QW-404)**

Specification Nº (SFA)	<b>5.22</b>	
AWS No (Class)	<b>E2209T1-1</b>	
F-No	<b>6</b>	
A-No	<b>8</b>	
Size of filler metals:	<b>1,2 mm</b>	
Filler Metal Product Form	<b>Tubular flux cored</b>	
Weld metal		 <b>Ing. Oscar Ventura Sosa</b> JEFE CONTROL DE CALIDAD <b>HAUG S.A.</b>
Thickness range:		
Groove:	<b>12,5 mm Max.</b>	
Fillet:	<b>All fillet sizes</b>	
Electrode Flux (class)	<b>NA</b>	
Flux Type	<b>NA</b>	
Flux trade name:	<b>NA</b>	
Consumable insert:	<b>None</b>	
Other:	<b>% Ferrite content: 30% to 65%</b>	

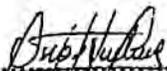
	<b>WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)</b> <i>(According to ASME code – Sección IX)</i>	<b>HAUG / WPS</b>	
		HOJA:	2 de 2
		EMISION:	10/12/08
		REVISION:	0

<b>POSITIONS (QW-405)</b>		<b>POST WELD HEAT TREATMENT (QW-407)</b>		
Position(s) of groove	<i>Vertical</i>	Temperature Range:	---	
Welding progression: Up:	<i>X</i>	Time Range:	---	
Down:	---			
Position of fillet	<i>Vertical</i>	<b>GAS (QW-408)</b>		
<b>PREHEAT (QW-406)</b>		Percent Composition		
Preheat temperature	Min: <i>15°C</i>	Gas(es)	Mixture	Flux Rate
Interpasses Temperature	Max: <i>150°C</i>	Shielding	<i>Pure</i>	<i>10-30 l / min</i>
Preheat maintenance:	<i>Up to finish weld</i>	Trailing	---	---
		Backing	---	---

<b>ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)</b>								
Weld Pass(es)	Process	Filler Metal		Current		Volt (V)	Wire Speed (pulg/min)	Others
		Classification	Diameter	Type and Polarity	Amps (A)			
<i>1</i>	<i>FCAW</i>	<i>E2209T1-1</i>	<i>1.2 mm</i>	<i>DC E(+)</i>	<i>105 – 106</i>	<i>20-21</i>	<i>180</i>	
<i>2 - n</i>	<i>FCAW</i>	<i>E2209T1-1</i>	<i>1.2 mm</i>	<i>DC E(+)</i>	<i>120 – 130</i>	<i>23-28</i>	<i>210-250</i>	
<i>Backweld (n+1)</i>	<i>FCAW</i>	<i>E2209T1-1</i>	<i>1.2 mm</i>	<i>DC E(+)</i>	<i>120 – 123</i>	<i>22-24</i>	<i>210</i>	

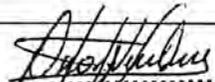
Pulsing Current	<i>None</i>	Heat Input (max)	<i>2,5 KJ / mm</i>
Tungsten electrode size and type	---		
	(Pure Tungsten, 2% thoriated, etc)		
Mode of metal transfer for GMAW (FCAW)	<i>Globular</i>		
	(Spray arc, short circuiting , etc)		
Electrode wire feed speed range	<i>180-250 pulg / min</i>		

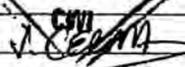
<b>TECHNIQUE (QW-410)</b>	
String or weave bead	<i>Both</i>
Orifice, Nozzle, or gas cup size	<i>½"</i>
Initial and interpass cleaning (brushing, grinding, etc)	<i>Brushing and / or Grinding</i>
Method of back gouging	<i>Grinding as requested</i>
Oscillation	<i>None</i>
Contact tube to work distance	<i>12 – 19 mm</i>
Multiple or single pass (per side)	<i>Single &amp; Multipass</i>
Multiple or single electrodes	<i>Single</i>
Electrode Spacing	<i>NA</i>
Peening	<i>Not allowed</i>
Other	<i>NA</i>

  
 .....  
**Ing. Oscar Ventura Sosa**  
 JEFE CONTROL DE CALIDAD  
 HAUG S.A.

	<b>WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)</b> (According to ASME code – Sección IX)		<b>HAUG / WPS</b>	
			HOJA:	1 de 2
			EMISION:	10/12/08
			REVISION:	0

QW-482 – WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)				
Company Name: <b>HAUG S.A.</b>		By: <b>Ing. Oscar Ventura</b>		
Welding Procedure Specification No. <b>057</b>		Date: <b>13 / May / 09</b>	Supporting PQR: <b>038</b>	
Revision No. <b>01</b>		Date: <b>30 / May / 09</b>		
Welding Process(es): <b>SMAW</b>		Type: <b>Manual</b>		
<b>JUNTA (QW-402)</b>		<b>Details</b>		
Joint Design : <b>Groove &amp; Fillet</b>		<i>For joint details see fabrication drawings</i>		
Root Spacing: <b>As showed on fabrication drawings</b>				
Backing: (Yes) <input checked="" type="checkbox"/> (No) <input checked="" type="checkbox"/>				
Backing Material: (Type): <b>See below</b>				
<input checked="" type="checkbox"/> Metal <input type="checkbox"/> Nonfusing Metal <input checked="" type="checkbox"/> Nonmetallic <input type="checkbox"/> Other				
Sketches, production drawings, weld symbols or written description should show the general arrangement of the parts to be welded. Where applicable, the root spacing and the details of weld groove may be specified				
<b>BASE METALS (QW-403)</b>				
N° P: <b>10H</b>		Group N°: <b>1</b>		to N° P: <b>10H</b>
Group N°: <b>1</b>				
Or				
Specification type/grade or UNS Number		<b>ASTM A240 type 2304</b>		
To Specification type/grade or UNS Number		<b>ASTM A240 type 2304</b>		
Or				
Chemical analysis and mechanical properties : <b>—</b>				
To Chemical analysis and mechanical properties: <b>—</b>				
Thickness range				
Base Metal:		Groove: <b>1,5 ≤ T ≤ 20,0 mm</b>		Fillet: <b>All thickness</b>
Maximum Pass Thickness ≤ ½"(13mm)		Yes <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
Other:				
<b>FILLER METAL: (QW-404)</b>				
Specification N° (SFA)		<b>5.4</b>		
AWS No (Class)		<b>E2209</b>		
F-No		<b>5</b>		
A-No		<b>8</b>		
Size of filler metals:		<b>2,5; 3,2; 4,0 mm</b>		
Filler Metal Product Form		<b>N.A</b>		
Weld metal				
Thickness range:				
Groove:		<b>To 20,0 mm Max.</b>		
Fillet:		<b>All fillet sizes</b>		
Electrode Flux (class)		<b>N.A</b>		
Flux Type		<b>N.A</b>		
Flux trade name:		<b>N.A</b>		
Consumable insert:		<b>N.A</b>		
Trade name:		<b>Blue Max Arosta 4462 - Lincoln</b>		
Ferrite Testing		<b>% Ferrite content: 30% to 65%</b>		

  
 Ing. Oscar Ventura Sosa  
 JEFE CONTROL DE CALIDAD  
 HAUG S.A.

  
**AWS QC 1**  
 JOSE L. CERNA  
 00110021  
 CNU  


	<b>WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)</b> <i>(According to ASME code – Sección IX)</i>	<b>HAUG / WPS</b>	
		HOJA:	2 de 2
		EMISION:	10/12/08
		REVISION:	0

<b>POSITIONS (QW-405)</b> Position(s) of groove: <u>                    All                    </u> Welding progression: Up: <u>  X  </u> Down: <u>  --  </u> Position of fillet: <u>                    All                    </u>	<b>POST WELD HEAT TREATMENT (QW-407)</b> Temperature Range: <u>                    --                    </u> Time Range: <u>                    --                    </u>																				
<b>PREHEAT (QW-406)</b> Preheat temperature: Min: <u>                    15°C                    </u> Interpasses Temperature: Max: <u>                    150°C                    </u> Preheat maintenance: <u>                    --                    </u>	<b>GAS (QW-408)</b> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Percent Composition</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Gas(es)</td> <td style="text-align: center;">Mixture</td> <td style="text-align: center;">Flux Rate</td> </tr> <tr> <td>Shielding</td> <td style="text-align: center;">--</td> <td style="text-align: center;">--</td> <td style="text-align: center;">--</td> </tr> <tr> <td>Trailing</td> <td style="text-align: center;">--</td> <td style="text-align: center;">--</td> <td style="text-align: center;">--</td> </tr> <tr> <td>Backing</td> <td style="text-align: center;">--</td> <td style="text-align: center;">--</td> <td style="text-align: center;">--</td> </tr> </table>		Percent Composition				Gas(es)	Mixture	Flux Rate	Shielding	--	--	--	Trailing	--	--	--	Backing	--	--	--
	Percent Composition																				
	Gas(es)	Mixture	Flux Rate																		
Shielding	--	--	--																		
Trailing	--	--	--																		
Backing	--	--	--																		

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)								
Weld Pass(es)	Process	Filler Metal		Current		Volt (V)	Travel Speed (mm/seg)	Others
		Classification	Diameter	Type and Polarity	Amps (A)			
1 - n	SMAW	E2209	2.5 mm	DC E(+)	50 - 70	24 - 30	1.0 - 2.0	
1 - n	SMAW	E2209	3.2 mm	DC E(+)	90 - 115	26 - 32	2.0 - 4.5	
1 - n	SMAW	E2209	4.0 mm	DC E(+)	100 - 150	26 - 32	2.5 - 4.5	

Pulsing Current                     --                     Heat Input (max)                     2,5 KJ / mm                    

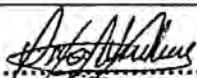
Tungsten electrode size and type                     --                      
(Pure Tungsten, 2% thoriated, etc)

Mode of metal transfer for GMAW (FCAW)                     --                      
(Spray arc, short circuiting , etc)

Electrode wire feed speed range                     --                    

<b>TECHNIQUE (QW-410)</b>	
String or weave bead	<u>                    Both                    </u>
Orifice, Nozzle, or gas cup size	<u>                    --                    </u>
Initial and interpass cleaning (brushing, grinding, etc)	<u>                    Brushing and / or Grinding                    </u>
Method of back gouging	<u>                    Grinding, if it is possible                    </u>
Oscillation	<u>                    --                    </u>
Contact tube to work distance	<u>                    --                    </u>
Multiple or single pass (per side)	<u>                    Multiple &amp; Multipass                    </u>
Multiple or single electrodes	<u>                    Single                    </u>
Electrode Spacing	<u>                    N.A.                    </u>
Peening	<u>                    Not allowed                    </u>
Other	<u>                    --                    </u>

  
*J. Cerna*  
 30 MAY 09

  
 .....  
 Ing. Oscar Ventura Sosa  
 JEFE CONTROL DE CALIDAD  
 HAUG S.A.

	<b>WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)</b> <i>(According to ASME code – Sección IX)</i>	<b>HAUG / WPS</b>	
		HOJA:	1 de 2
		EMISION:	10/12/08
		REVISION:	0

**QW-482 – WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)**

Company Name:	<u>HAUG S.A.</u>	By:	<u>Ing. Oscar Ventura</u>
Welding Procedure Specification No.	<u>063</u>	Date:	<u>20 / Jul / 09</u>
Revision No.	<u>0</u>	Supporting PQR:	<u>097</u>
Welding Process(es):	<u>FCAW</u>	Date:	<u>24 / Jul / 09</u>
		Type:	<u>Semi-Automatic</u>

<p><b>JUNTA (QW-402)</b></p> <p>Joint Design : <u>Groove &amp; Fillet</u></p> <p>Root Spacing: <u>As showed on fabrication drawings</u></p> <p>Backing: (Yes) <u>X</u> (No) <u>X</u></p> <p>Backing Material: (Type): <u>---</u></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Metal <input type="checkbox"/> Nonfusing Metal</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Nonmetallic <input type="checkbox"/> Other</p> <p>Sketches, production drawings, weld symbols or written description should show the general arrangement of the parts to be welded.</p> <p>Where applicable, the root spacing and the details of weld groove may be specified</p>	<p style="text-align: center;"><b>Details</b></p> <p style="text-align: center;"><i>For joint details see fabrication drawings</i></p>
---	--

**BASE METALS (QW-403)**

N° P: 1 Group N°: 1 to N° P: 1 Group N°: 1

Or

Specification type/grade or UNS Number ---

To Specification type/grade or UNS Number ---

Or

Chemical analysis and mechanical properties : ---

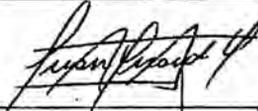
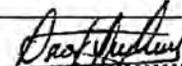
To Chemical analysis and mechanical properties: ---

Thickness range

Base Metal: Groove: 5,0 mm ≤ T ≤ 32,0 mm Fillet: All thickness

Maximum Pass Thickness ≤ 1/2"(13mm) Yes  No

Others

<b>FILLER METAL: (QW-404)</b>			
Specification N° (SFA)	<u>5.20</u>		
AWS No (Class)	<u>E71T-1</u>		
F-No	<u>6</u>		
A-No	<u>1</u>		
Size of filler metals:	<u>1,2 mm</u>		
Filler Metal Product Form	<u>Tubular flux cored</u>		
Weld metal			
Thickness range:			 <b>Ing. Oscar Ventura Sosa</b> JEFE CONTROL DE CALIDAD HAUG S.A.
Groove:	<u>32,0 mm Max.</u>		
Fillet:	<u>All fillet sizes</u>		
Electrode Flux (class)	<u>NA</u>		
Flux Type	<u>NA</u>		
Flux trade name:	<u>NA</u>		
Consumable insert:	<u>None</u>		
Others	<u>None</u>		



<b>ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)</b> <i>(De acuerdo a ASME Sección IX)</i>	<b>HAUG / WPS</b>	
	HOJA:	1 de 2
	EMISION:	23/05/05
	REVISION:	0

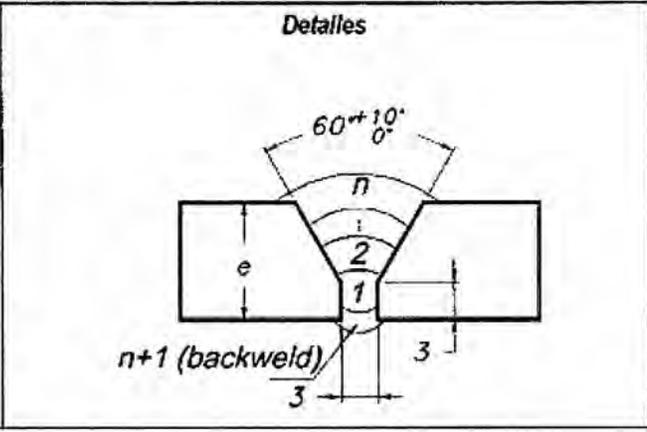
**QW-482 - ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)**

Nombre de la compañía: HAUG S.A. Por: Miguel E. Marina Sánchez  
Especificación de Procedimiento No. HAUG / WPS - 253 Fecha: 24 - 07 - 2006 PQR de soporte: HAUG / PQR - 055  
Revisión No. 0 Fecha: 24 - 07 - 2006  
Proceso(s) de soldadura: SMAW Tipo: Manual

**JUNTA (QW-402)**

Diseño de junta: A tope  
Respaldo: (Si) X (No) --  
Material de respaldo: (Tipo): Metal de soldadura  
 Metal  Refractario  
 No metálico  Otro

Esquema, dibujo de fabricación, símbolos de soldadura o descripción escrita debe mostrar el arreglo general de las partes a ser soldadas. Donde sea aplicable, la apertura de raíz y los detalles de la soldadura debe ser especificada.



**METAL BASE (QW-403)**

Nº P: 1 Grupo Nº: 1 al Nº P: 1 Grupo Nº: 1  
0  
Especificación de tipo y grado: ASTM A36  
Hasta la especificación de tipo y grado: ASTM A36  
0  
Análisis químico y propiedades mecánicas: --  
Hasta el análisis químico y propiedades mecánicas: --

**Rango de espesores**

Metal base: Ranura: Desde 9.50 hasta 12.70 mm. Filete: --  
Diam. Tubo: Ranura: -- Filete: --  
Otro: --

**METAL DE APORTE (QW-404)**

Especificación Nº (SFA)	<u>SFA-5.1</u>	<u>SFA-5.1</u>	
AWS No (Clase)	<u>E7018</u>	<u>E7018</u>	
Nº F	<u>4</u>	<u>4</u>	
Nº A	<u>1</u>	<u>1</u>	
Tamaño del electrodo	<u>3.25 mm</u>	<u>2.5 mm</u>	
Metal depositado			
Rango de espesores			
Ranura	<u>Hasta 12.7 mm</u>		
Filete	<u>--</u>	<u>--</u>	
Fundente (clase)	<u>--</u>	<u>--</u>	
Fundente nombre comercial	<u>--</u>	<u>--</u>	
Inserto consumible	<u>--</u>	<u>--</u>	





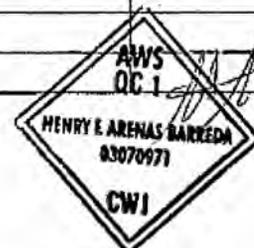
**ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)**

(De acuerdo a ASME Sección IX)

HAUG / WPS

HOJA:	2 de 2
EMISION:	23/05/05
REVISION:	0

<b>POSICIONES (QW-405)</b>				<b>TRATAMIENTO DE POST-CALENTAMIENTO</b>				
Posición(es) de ranura		<i>Vertical</i>		Rango de temperatura:		---		
Progresión: Asc:		X		Desc:		---		
Posición de filete				<b>GAS (QW-408)</b>				
<b>PRECALENTAMIENTO (QW-406)</b>				Composición Porcentual				
Temp. Precalentamiento		Min:		---		---		
Temp. Interpase		Máx:		---		---		
Mantenimiento precalentamiento:				---				
Protección		---		---		---		
Arrastre		---		---		---		
Respaldo		---		---		---		
<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (QW-409)</b>								
Corriente AC o DC		DC		Polaridad		E (+)		
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				---				
<b>TÉCNICA</b>								
Pase ancho o angosto				Pase 1: angosto; resto pases: ancho				
Orificio o tamaño de protección gaseosa				---				
Limpieza inicial y entrepasadas (escobillado, esmeritado, etc)				Escobillado y/o esmeritado				
Método de resane de raíz				Por esmeritado				
Oscilación				Como sea requerida				
Distancia de boquilla a pieza de trabajo				---				
Pase múltiple o simple				Múltiple				
Electrodo simple o múltiple				Simple				
Velocidad de avance (rango)				Ver tabla				
Martilleo				---				
Otro				---				
Pase Nº	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)	Otros
		Clase	Diam	Polaridad	Amperaje (A)			
1 - (n-1)	SMAW	E7018	3.25 mm	DC E(+)	90 - 110	18 - 30	5 - 7	---
n	SMAW	E7018	2.50 mm	DC E(+)	80 - 100	18 - 22	8 - 12	---
n + 1	SMAW	E7018	2.50 mm	DC E(+)	80 - 100	18 - 22	10 - 14	---



### **5.13. Calificación del Soldador (WPQR)**

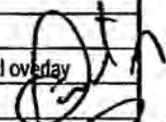
	<b>WELDER PERFORMANCE QUALIFICATIONS</b> <i>(According to ASME Code – Sección IX)</i>	<b>HAUG / WPQR</b>	
		SHEET:	1 de 1
		ISSUE:	10/12/08
		REVISION:	1

**WELDER PERFORMANCE QUALIFICATIONS RECORD (WPQR)**

Welder's Name : <b>Viveros Agustin Roberto</b>	Stamp N° : <b>HFC - 075</b>	WPQR No <b>075-09</b>	DNI: <b>29416906</b>
Identification of WPS followed: <b>058.2 Rev.0</b>		Qualified in: <input checked="" type="checkbox"/> Test Cupon <input type="checkbox"/> Production weld	
Specification and type/grade or UNS Number of base metal (s): <b>SA240 type 2304</b>		Thickness: <b>10.0 mm</b>	
<b>Welding Variables</b>	<b>Actual Values</b>	<b>Range Qualified</b>	
Welding process(es):	<b>FCAW</b>	<b>FCAW</b>	
Type (manual, semi-automatic) used:	<b>Semiautomatic</b>	<b>Semiautomatic</b>	
Backing(with/without):	<b>With Backing</b>	<b>With Backing</b>	
( X ) Plate ( ) Pipe (enter diameter, if pipe or tube):	<b>10.0 mm</b>	<b>—</b>	
Base Metal No. P or S to No. P or S	<b>P10H to P10H</b>	<b>P10H to P10H</b>	
Filler metal or electrode specification(s) (SFA)	<b>5.22</b>	<b>—</b>	
Filler metal or electrode classifications(s)	<b>E2209T1-1</b>	<b>—</b>	
Filler metal F-Number (s)	<b>F6 with backing</b>	<b>F6 with backing</b>	
Consumable insert ( GTAW or PAW)	<b>—</b>	<b>—</b>	
Filler Metal Product Form ( solid/metal or flux cored / powder ) ( GTAW or PAW)	<b>Flux cored</b>	<b>Flux cored</b>	
Deposit thickness for each process	<b>10.0 mm</b>	<b>To 20.0 mm</b>	
Process 1 <b>FCAW</b> 3 layers minimum <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	<b>—</b>	<b>—</b>	
Process 2 <b>—</b> 3 layers minimum <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No			
Position qualified :	<b>3G</b>	<small>Plate and Pipe &gt;610 mm O.D</small> <b>F,V</b>	<small>Plate and Pipe &lt;610 mm O.D</small> <b>F pipe 73mm O.D and over</b> <b>F,H,V</b>
Vertical progresión ( uphill or downhill )	<b>Uphill</b>	<b>Uphill</b>	
Type of fuel gas (OFW)	<b>—</b>	<b>—</b>	
Inert gas backing (GTAW, PAW, GMAW)	<b>—</b>	<b>—</b>	
Transfer mode (spray/globular or pulse to short circuit-GMAW)	<b>—</b>	<b>—</b>	
GTAW current type/polarity (AC, DCEP,DCEN)	<b>DCEP (FCAW)</b>	<b>DCEP (FCAW)</b>	

**RESULTS**

Visual examination of completed weld:		<b>Accepted</b>	
Bend test Results :			
<input checked="" type="checkbox"/> Transverse face and root bends		<input type="checkbox"/> Longitudinal bends	
<input type="checkbox"/> Pipe bend specimen, corrosion-resistant weld metal overlay		<input type="checkbox"/> Plate bend specimen, corrosion-resistant weld metal overlay	
<input type="checkbox"/> Pipe specimen, macro test for fusion		<input type="checkbox"/> Plate specimen, macro test for fusion	
Type	Result	Type	Result
Face bend ( HFC - 075)	<b>Accepted</b>	Root bend ( HFC - 075)	<b>Accepted</b>
—	—	—	—

  
**Abelardo Acosta Aguirre**  
**CWI 06050221**  
**QC1 EXP. 5/1/2012**

Alternative radiographic examination results:			
Fillet weld:	Fracture test: <b>—</b>	Length and percent of defects:	—
<input type="checkbox"/> Fillet welds in plate		<input type="checkbox"/> Fillet welds in pipe	
Macro examination:	<b>—</b>	Fillet size (in):	<b>—</b>
		Concavity / convexity (in):	<b>—</b>
Film or specimens evaluated by:	<b>—</b>	Company:	<b>—</b>
Mechanical tests conducted by:	<b>HAUG S.A.</b>		Laboratory test No: <b>—</b>
Welding supervised by:	<b>Trinidad R. Zeña Raya</b>		
We certify that statements in this record are correct and that the test coupons were prepared, welded, and tested in accordance with the requirements of Section IX of the ASME BOILER AND PRESSURE VESSEL CODE 2008a.			
	Manufacturer or Contractor		<b>HAUG S.A.</b>
Date: <b>20 / 08 / 09</b>	Certified by:		<b>Oscar Ventura Sosa</b>

  
**Ing. Oscar Ventura Sosa**  
**JEFE CONTROL DE CALIDAD**  
**HAUG S.A.**

	<b>WELDER PERFORMANCE QUALIFICATIONS</b>		<b>HAUG / WPQR</b>	
	(According to ASME Code – Sección IX)		SHEET:	1 de 1
			ISSUE:	10/12/08
			REVISION:	1

WELDER PERFORMANCE QUALIFICATIONS RECORD (WPQR)				
Welder's Name :	<b>Retuerto Aguirre, Felix Jack</b>	Stamp N° :	<b>HFC - 070</b>	WPQR No <b>070-19</b> DNI: <b>42104109</b>
Identification of WPS followed:	<b>057.1 Rev.0</b>	Qualified in:	<input checked="" type="checkbox"/> Test Cupon	<input type="checkbox"/> Production weld
Specification and type/grade or UNS Number of base metal (s):	<b>SA240 type 2304</b>	Thickness:	<b>10.0 mm</b>	
Welding Variables		Actual Values		Range Qualified
Welding process(es):		<b>SMAW</b>		<b>SMAW</b>
Type (manual, semi-automatic) used:		<b>Manual</b>		<b>Manual</b>
Backing(with/without):		<b>With Backing</b>		<b>With Backing</b>
( X ) Plate ( ) Pipe (enter diameter, if pipe or tube):		<b>10.0 mm</b>		--
Base Metal No. P or S to No. P or S		<b>P10H to P10H</b>		<b>P10H to P10H</b>
Filler metal or electrode specification(s) (SFA)		<b>5.4</b>		--
Filler metal or electrode clasifications(s)		<b>E2209-16</b>		--
Filler metal F-Number (s)		<b>F5 with backing</b>		<b>F5 with backing</b>
Consumable insert ( GTAW or PAW)		--		--
Filler Metal Product Form ( solid/metal or flux cored / powder ) ( GTAW or PAW )		--		--
Deposit thickness for each process				
Process 1 <b>SMAW</b> 3 layers minimum <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No		<b>10.0 mm</b>		<b>To 20.0 mm</b>
Process 2 -- 3 layers minimum <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No		--		--
Position qualified :		<b>2G</b>	Plate and Pipe >610 mm O.D	Plate and Pipe <610 mm O.D
			<b>F,H</b>	<b>F,H pipe 73mm O.D and over</b>
				<b>Fillet</b>
Vertical progresión ( uphill or downhill )		--		--
Type of fuel gas (OFW)		--		--
Inert gas backing (GTAW, PAW, GMAW)		--		--
Transfer mode (spray/globular or pulse to short circuit-GMAW)		--		--
GTAW current type/polarity (AC, DCEP,DCEN)		<b>DCEP (SMAW)</b>		--
RESULTS				
Visual examination of completed weld:	<b>Accept</b>			
Bend test Results :	 <b>Ing. Oscar Ventura Sosa</b> <b>JEFE CONTROL DE CALIDAD</b> <b>HAUG S.A.</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> Transverse face and root bends	<input type="checkbox"/> Longitudinal bends		<input type="checkbox"/> Side bends	
<input type="checkbox"/> Pipe bend specimen, corrosion-resistant weld metal overlay	<input type="checkbox"/> Plate bend specimen, corrosion-resistant weld metal overlay			
<input type="checkbox"/> Pipe specimen, macro test for fusion	<input type="checkbox"/> Plate specimen, macro test for fusion			
Type	Result	Type	Result	Type
Face bend (HFC - 070)	<b>Accept</b>	Root bend (HFC - 070)	<b>Accept</b>	--
--	--	--	--	--
Alternative radiographic examination results:				
Fillet weld:	Fracture test:	--	Length and percent of defects:	--
<input type="checkbox"/> Fillet welds in plate	<input type="checkbox"/> Fillet welds in pipe			
Macro examination:	--	Fillet size (in):	--	Concavity / convexity (in):
Film or specimens evaluated by:	--	Company:	--	
Mechanical tests conducted by:	<b>HAUG S.A.</b>		Laboratory test No:	--
Welding supervised by:	<b>Trinidad R. Zeña Raya</b>			
We certify that statements in this record are correct and that the test coupons were prepared, welded, and tested in accordance with the requirements of <b>Section IX of the ASME BOILER AND PRESSURE VESSEL CODE 2008a.</b>				
Date:		Manufacturer or Contractor		
<b>01 / Jun / 09</b>		<b>HAUG S.A.</b>		
		Certified by:		
		<b>Oscar Ventura Sosa</b>		

REVIEWED FOR GENERAL DIMENSIONS ONLY. THIS REVIEW DOES NOT RELIEVE THE VENDOR OF FULL RESPONSIBILITY FOR THE ADEQUACY, CORRECTNESS AND ACCURACY OF CALCULATIONS, DESIGN, DETAILS AND DIMENSIONS.

FLUOR CANADA LTD.

A-PROCEED  
 B-PROCEED, RESUBMIT AS NOTED & RESUBMIT CERTIFIED  
 C-PROCEED, CHANGE AS NOTED & RESUBMIT CERTIFIED

Doc No: 16-0014-0633  
 Tag: N/A

Fluor Rev: 1

0683-1

	<b>WELDER PERFORMANCE QUALIFICATIONS</b> (According to ASME Code – Sección IX)	<b>HAUG / WPQR</b>	
		SHEET:	1 de 1
		ISSUE:	10/12/08
		REVISION:	1

WELDER PERFORMANCE QUALIFICATIONS RECORD (WPQR)					
Welder's Name :	<i>Juarez Ramos; José Luis</i>	Stamp N° :	<i>HFC - 123</i>	WPQR No <i>123-15</i> DNI: <i>40790836</i>	
Identification of WPS followed:	<i>063.1 Rev.0</i>	Qualified in:	<input checked="" type="checkbox"/> Test Cupon	<input type="checkbox"/> Production weld	
Specification and type/grade or UNS Number of base metal (s):	<i>SA 36</i>	Thickness:	<i>16,0 mm</i>		
Welding Variables	Actual Values	Range Qualified			
Welding process(es):	<i>FCAW</i>	<i>FCAW</i>			
Type (manual, semi-automatic) used:	<i>Semiautomatic</i>	<i>Semiautomatic</i>			
Backing(with/without):	<i>With Backing</i>	<i>With Backing</i>			
( X ) Plate ( ) Pipe (enter diameter, if pipe or tube):	---	---			
Base Metal No. P or S to No. P or S	<i>P Nro 1 to P Nro 1</i>	<i>P Nro 1 through P Nro 11</i>			
Filler metal or electrode specification(s) (SFA)	<i>5.20</i>	---			
Filler metal or electrode classifications(s)	<i>E71T-1</i>	---			
Filler metal F-Number (s)	<i>F6 with backing</i>	<i>F6 with backing</i>			
Consumable insert ( GTAW or PAW)	---	---			
Filler Metal Product Form ( solid/metal or flux cored / powder ) ( GTAW or PAW)	<i>Flux cored</i>	<i>Flux cored</i>			
Deposit thickness for each process					
Process 1 <i>FCAW</i> 3 layers minimum <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	<i>16,0 mm</i>	<i>To 32,0 mm</i>			
Process 2 --- 3 layers minimum <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	---	---			
Position qualified :	<i>2G</i>	Plate and Pipe >610 mm O.D	Plate and Pipe <610 mm O.D	Fillet	
	<i>Juan A. Guardia Gallegos</i>	F,H	F,H pipe 73mm O.D and over	F,H	
Vertical progresión ( uphill or downhill )	---	---			
Type of fuel gas (OFW)	---	---			
Inert gas backing (GTAW, PAW, GMAW)	---	---			
Transfer mode (spray/globular or pulse to short cicuil-GMAW)	---	---			
GTAW current type/polarity (AC, DCEP,DCEN)	<i>DCEP (FCAW)</i>	<i>CWI DCEP (FCAW)</i>			
RESULTS					
Visual examination of completed weld:	<i>Accept</i>				
Bend test Results :					
( ) Transverse face and root bends	( ) Longitudinal bends	(X) Side bends			
( ) Pipe bend specimen, corrosion-resistant weld metal overlay	( ) Plate bend specimen, corrosion-resistant weld metal overlay				
( ) Pipe specimen, macro test for fusion	( ) Plate specimen, macro test for fusion				
Type	Result	Type	Result	Type	Result
Side bend 01 ( HFC - 123)	<i>Accept</i>	Side bend 01 ( HFC - 123)	<i>Accept</i>	---	---
---	---	---	---	---	---
Alternative radiographic examination results:	---				
Fillet weld:	Fracture test:	---	Length and percent of defects:	---	
<input type="checkbox"/> Fillet welds in plate	<input type="checkbox"/> Fillet welds in pipe				
Macro examination:	---	Fillet size (in):	---	Concavity / convexity (in):	---
Film or specimens evaluated by:	---	Company:	---		
Mechanical tests conducted by:	<i>HAUG S.A.</i>		Laboratory test No:	---	
Welding supervised by:	<i>Trinidad R. Zeña Raya</i>				
We certify that statements in this record are correct and that the test coupons were prepared, welded, and tested in accordance with the requirements of Section IX of the ASME BOILER AND PRESSURE VESSEL CODE 2008a.					
	Manufacturer or Contractor		<i>HAUG S.A.</i>		
Date:	<i>24 / Sep / 09</i>		Certified by:	<i>Oscar Ventura Sosa</i>	

	<b>WELDER PERFORMANCE QUALIFICATIONS</b>	<b>HAUG / WPQR</b>	
	(According to ASME Code – Section IX)	SHEET:	1 de 1
		ISSUE:	10/12/08
		REVISION:	0

**WELDER PERFORMANCE QUALIFICATIONS RECORD (WPQR)**

Welder's Name:	<b>Viveros Agustin Roberto</b>	Stamp N°:	<b>HFC-075</b>	WPQR No	<b>075-06</b>	IC:	<b>29416906</b>
Identification of WPS followed:	<b>253 Rev. 0</b>	Qualified in:	<input checked="" type="checkbox"/> Test Cupon	<input type="checkbox"/> Production weld			
Specification and type/grade or UNS Number of base metal (s):	<b>ASTM A36</b>			Thickness:	<b>9,5 mm</b>		
<b>Welding Variables ( QW-350 )</b>		<b>Actual Values</b>		<b>Range Qualified</b>			
Welding process(es):		<b>SMAW</b>		<b>SMAW</b>			
Type (manual, semi-automatic) used:		<b>Manual</b>		<b>Manual</b>			
Backing(with/without):		<b>With Backing</b>		<b>With Backing</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> Plate <input type="checkbox"/> Pipe (enter diameter, if pipe or tube):		---		---			
Base Metal No. P or S to No. P or S		<b>P No. 1 a P No. 1</b>		<b>P No. 1 a P No. 11</b>			
Filler metal or electrode specification(s) (SFA)		<b>SFA-5.1</b>		---			
Filler metal or electrode classifications(s)		<b>E7018</b>		---			
Filler metal F-Number (s)		<b>F4 with Backing</b>		<b>F1, F2, F3 y F4 with Backing</b>			
Consumable insert ( GTAW or PAW)		---		---			
Filler Metal Product Form ( solid/metal or flux cored / powder ) ( GTAW or PAW )		---		---			
Deposit thickness for each process		---		---			
Process 1 <b>SMAW</b> 3 layers minimum <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No		<b>F4</b>		<b>Hasta 19,0 mm</b>			
Process 2 --- 3 layers minimum <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No		---		---			
Position qualified :		<b>3G</b>		Plate and Pipe >610 mm O.D	Plate and Pipe ≤610 mm D.O	Fillet	
				<b>F,V</b>	<b>F pipe 73mm O.D and over</b>	<b>F,H,V</b>	
Vertical progresión ( uphill or downhill )		<b>Uphill</b>		<b>Uphill</b>			
Type of fuel gas (OFW)		---		---			
Inert gas backing (GTAW, PAW, GMAW)		---		---			
Transfer mode (spray/globular or pulse to short circuit-GMAW)		---		---			
GTAW current type/polarity (AC, DCEP,DCEN)		<b>DCEP ( SMAW)</b>		<b>DCEP ( SMAW)</b>			

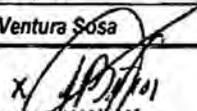
**RESULTS**

Visual examination of completed weld:	<b>Accepted</b>						
Bend test Results :							
<input checked="" type="checkbox"/> Transverse face and root bends	<input type="checkbox"/> Longitudinal bends		<input type="checkbox"/> Side bends				
<input type="checkbox"/> Pipe bend specimen, corrosion-resistant weld metal overlay							
<input type="checkbox"/> Plate bend specimen, corrosion-resistant weld metal overlay							
<input type="checkbox"/> Pipe specimen, macro test for fusion			<input type="checkbox"/> Plate specimen, macro test for fusion				
Type	Result	Type	Result	 <b>Abelardo Acosta Aguirre</b> <b>CWI 06050221</b> <b>QC1 EXP: 5/1/2012</b>			
<b>DF- HFC075</b>	<b>Accepted</b>	<b>DR- HFC075</b>	<b>Accepted</b>				
---	---	---	---				

Alternative radiographic examination results:				---			
Fillet weld:	Fracture test:	---		Length and percent of defects:	---		
<input type="checkbox"/> Fillet welds in plate			<input type="checkbox"/> Fillet welds in pipe				
Macro examination:	---	Fillet size (in):	---	Concavity / convexity (in):	---		
Other tests:							
Film or specimens evaluated by:		---		Company:			
Mechanical tests conducted by:		<b>HAUG S.A.</b>		Laboratory test No:			
Welding supervised by:		<b>Feliciano Medina</b>					

We certify that statements in this record are correct and that the test coupons were prepared, welded, and tested in accordance with the requirements of Section IX of the ASME BOILER AND PRESSURE VESSEL CODE 2008a.

Date:	<b>19 / 08 / 09</b>	Manufacturer or Contractor	<b>HAUG S.A.</b>
		Certified by:	<b>Oscar Ventura Sosa</b>

  
 Ing. Oscar Ventura Sosa  
 JEFE CONTROL DE CALIDAD  
 HAUG S.A.

#### **5.14. Procedimiento de Montaje del Espesador**



# PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DE ESPESADOR

PE.OPER.2012.PR.001

Fecha: 07/06/2014

Revisión: 0

Página: 1 de 7

**Cliente: FLUOR - BARRICK**

**Proyecto: Pueblo Viejo Dominicana**

RESPONSABILIDAD	FECHA	APROBADO POR
REVISADO POR:	07/06/2014	
APROBADO POR:	07/06/2014	



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



# PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DE ESPESADOR

PE.OPER.2012.PR.001

Fecha: 07/06/2014

Revisión: 0

Página: 2 de 7

## CONTENIDO

1. Objetivo
2. Ámbito de Aplicación
3. Responsabilidad de Implementación
4. Referencias
5. Terminologías
6. Desarrollo
7. Historial de Cambios



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



# PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DE ESPESADOR

PE.OPER.2012.PR.001

Fecha: 07/06/2014

Revisión: 0

Página: 3 de 7

## 1. OBJETIVO

Este procedimiento define los lineamientos a seguir para la realización del Montaje de Espesador en obra.

## 2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este procedimiento aplica al espesador montado en terreno por HAUG S.A., como parte del proyecto “**MONTAJE DE ESPESADORES EN TERRENO**”, asignado por **FLUOR**, por encargo de la **COMPAÑÍA MINERA BARRICK** y que se será realizado en las instalaciones del Proyecto “**PUEBLO VIEJO**”, ciudad de Cotuí, provincia de Sanchez Ramirez, Republica Dominicana.

## 3. RESPONSABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN

- **Jefe de Control Calidad:**

Responsable de monitorear el cumplimiento del presente procedimiento.

- **Residente:**

Responsable de asignar los recursos necesarios para la ejecución del presente procedimiento.

- **Inspector de Control Calidad:**

Responsable de verificar el cumplimiento del presente procedimiento.

- **Supervisor de Montaje:**

Responsable de la ejecución del presente procedimiento.

## 4. REFERENCIAS

- Estándar API 650, 12va Edición - 2013
- Especificaciones Técnicas del Proyecto

## 5. TERMINOLOGÍAS

NO APLICA



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



# PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DE ESPESADOR

PE.OPER.2012.PR.001

Fecha: 07/06/2014

Revisión: 0

Página: 4 de 7

## 6. DESARROLLO

### 6.1 EQUIPOS A EMPLEAR

Se detalla en forma general

- Grupos electrógenos.
- Máquinas de soldar SMAW.
- Esmeriles 4 1/2".
- Esmeriles 7".
- Tableros eléctricos.
- Gatas hidráulicas de 20 Ton.
- Equipos de oxicorte.
- Tecles de cadena 3 Ton.
- Tecles ratchet 1.5 Ton.
- Compresora de aire eléctrica.
- Horno de soldadura 20 Kgs.
- Hornos de soldadura 5 Kgs.
- Camión grúa de 12 Ton.
- Grúa 50 y 60 Ton.
- Equipo de medición de parámetros eléctricos.
- Herramientas manuales diversas.

### Equipos de Apoyo

Se detalla en forma general

- Contenedores 20' Y 40'.
- Camioneta 4x4 doble cabina.
- Minibús de pasajeros.
- Equipos de cómputo e Impresora.
- Teléfonos celulares.
- Baño químico portátil.
- Todo el personal contará con su equipo de seguridad completo.

### 6.2 EJECUCIÓN DE LA PRUEBA

- Antes del inicio se debe recibir de FLUOR el protocolo de aceptación de las obras civiles, HAUG verificará las cotas y niveles principales.
- Además se realizará la recepción de materiales suministrados por FLUOR.
- También previo al inicio del armado se localizaran los ejes principales del Espesador.
- Liberada las obras civiles se instalará la Columna Central.
- Las planchas del fondo se proceden a armar, apuntalar según secuencia de distribución del plano, para ello se ha designado una zona cercana al área de montaje del espesador donde se realizará todos los procesos de trabajo.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

- Terminado el proceso de armado y apuntalado de las planchas se procede a realizar la limpieza mecánica de las juntas con esmeril (1" por lado como mínimo).
- Luego se da inicio al proceso de aplicación de la soldadura (pases de raíz y acabado) y por el lado exterior de las planchas del fondo del espesador, durante este proceso de soldeo el supervisor de soldadura inspeccionara los cordones de soldadura y marcara el código del soldador y la fecha.
- Terminado el proceso de soldadura de las planchas del fondo se procede a realizar el montaje de los anillos del espesador.
- Todas las juntas de soldadura del fondo serán inspeccionada visualmente y se le realizará prueba de vacío de acuerdo al API 650.
- Se colocan todas las planchas del 1° anillo del Espesador descansando sobre los apoyos de planchas y se sujetan unas a otras utilizando octavos y punzones los cuales también ayudan a mantener la luz adecuada entre plancha y plancha.
- Antes del inicio de la soldadura se procederá a realizar una limpieza mecánica de las juntas armadas (1" por lado como mínimo)
- Al tener todas las planchas colocadas se procede a la aplicación de la soldadura de las costuras verticales, verificando las dimensiones y uniformidad de curvatura.
- Terminada la soldadura interior y exterior de los cordones verticales del 1° Anillo se realiza el montaje del 2° anillo. Al colocar las planchas del siguiente Anillo se usarán los octavos y punzones para sujetar las planchas entre sí con las planchas del 1° Anillo y mantener la luz adecuada para las juntas horizontales y verticales. Luego se iniciará la soldadura por los cordones verticales para luego ejecutar los cordones horizontales.
- Luego de soldadas las junta vertical del 2° Anillo y la horizontal entre los Anillos 1° y 2° se colocará y soldará el anillo de rigidez.
- Todas las juntas de soldadura del cilindro del Espesador serán inspeccionadas visualmente, se realizará la prueba por tintes penetrantes y serán sometidas a inspección radiográfica de acuerdo al API 650.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



# PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DE ESPESADOR

PE.OPER.2012.PR.001

Fecha: 07/06/2014

Revisión: 0

Página: 6 de 7

- Se van a realizar las siguientes verificaciones dimensionales:

- Verticalidad
- Redondez
- Peaking
- Banding

Estas verificaciones se realizarán de acuerdo a lo estipulado en el API 650. Para el montaje del Espesador se utilizaran Andamios.

- La instalación de las conexiones (boquillas), barandas, plataformas, canaletas y cajas de rebalse, soporte de puente etc.; se hará de acuerdo a las orientaciones indicadas en los planos. Las escaleras, barandas serán soldadas y los cordones de soldadura serán inspeccionados visualmente.
- El montaje de Puente de Espesador se realizará de la siguiente manera:
  1. Ensamblaje del puente en el piso adyacente al emplazamiento del Espesador.
  2. Verificar el armado y la unión del puente, es decir el torque de pernos y el soldeo.
  3. Verificación de la carga a ser elevada y brazo de la grúa, asegurándose que esta cumpla con lo requerido.
  4. Izaje del puente y colocarlo en su posición empernándolo al espesador.
  5. Montaje de pisos y barandas y demás accesorios del puente.
  6. Inspección visual de uniones soldadas.

## 6.3 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- Se ha elaborara un Plan de Calidad según los requerimientos de calidad de FLUOR.
- Cada etapa del montaje será controlada e inspeccionada según los procedimientos aprobados por FLUOR. Todo esto será documentado en los formatos respectivos tal como lo muestran el Plan de Puntos de Inspección.
- Como parte del Control de Calidad se realizarán las siguientes pruebas:
  - Fondo – Prueba de Vacío
  - Fondo/Cilindro – Prueba de Tintes Penetrantes (pase de raíz)
  - Cilindro – Inspección Radiográfica.
  - Planchas de Refuerzo – Prueba de Tintes Penetrantes y Neumática.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<p><b>PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DE ESPESADOR</b></p> <p><b>PE.OPER.2012.PR.001</b></p>	<p>Fecha: 07/06/2014 Revisión: 0 Página: 7 de 7</p>
---	---	---

**7. HISTORIAL DE CAMBIOS**

Número	Descripción del Cambio	Elaborado por	Fecha
0	Emitido para revisión del cliente	Gerente del Proyecto	07/06/2014



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.  
**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

## **5.15. Procedimiento de Recepción de Materiales y Equipos**

	<b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCION DE MATERIALES Y EQUIPOS</b> PE.OPER.2012.PR.002	Fecha: 23/05/2014 Revisión: 0 Página: 1 de 5
---	--	--

**Cliente: FLUOR - BARRICK**

**Proyecto: Pueblo Viejo Dominicana**

REVISADO POR:	FECHA REVISION	FIRMAS
<b>REVISADO POR:</b>	23/05/2014	
<b>APROBADO POR:</b>	23/05/2014	



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



**PROCEDIMIENTO DE RECEPCION DE  
MATERIALES Y EQUIPOS  
PE.OPER.2012.PR.002**

Fecha: 23/05/2014

Revisión: 0

Página: 2 de 5

**CONTENIDO**

1. Objetivo
2. Ámbito de Aplicación
3. Responsabilidad de Implementación
4. Referencias
5. Terminologías
6. Desarrollo
7. Historial de Cambios



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



**PROCEDIMIENTO DE RECEPCION DE  
MATERIALES Y EQUIPOS  
PE.OPER.2012.PR.002**

Fecha: 23/05/2014

Revisión: 0

Página: 3 de 5

### 1. OBJETIVO

El presente procedimiento describe los lineamientos y secuencia de actividades relativas a la inspección, recepción de materiales y equipos.

### 2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente procedimiento es aplicable al proceso de recepción de materiales y equipos, de los espesador es montados en terreno por HAUG S.A., como parte del proyecto “**MONTAJE DE Y ESPESADORES EN TERRENO**”, asignado por **FLUOR**, por encargo de la **COMPAÑÍA MINERA BARRICK** y que será realizado en las instalaciones del Proyecto “**Pueblo Viejo**”, ciudad de Cotui, Provincia de Sanchez Ramirez, Republica Dominicana.

### 3. RESPONSABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN

- **Jefe de Control de Calidad:**

Responsable de monitorear el cumplimiento del presente procedimiento.

- **Inspector de Control de Calidad:**

Responsable por la inspección del material o equipo recibido, así como emitir el registro de recepción respectivo y reportar los resultados obtenidos al Jefe de Control de Calidad.

- **Responsable de Almacén**

Responsable de asegurar los recursos para la correcta ejecución de este procedimiento.

Informar al área de Calidad y al ingeniero Residente la llegada de materiales y equipos.

- **Almacenero:**

Responsable de recibir el material, de acuerdo a lo solicitado y de aquellos suministrados por el cliente.

Responsable por el adecuado almacenamiento y conservación del material o equipo

### 4. REFERENCIAS

- Planos de Aprobados por el Cliente.
- Packing list del cliente.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



**PROCEDIMIENTO DE RECEPCION DE  
MATERIALES Y EQUIPOS  
PE.OPER.2012.PR.002**

Fecha: 23/05/2014

Revisión: 0

Página: 4 de 5

- Documentos del vendor

## 5. TERMINOLOGÍAS

- **Recepción de Materiales.** Inspección que se realiza a los materiales antes de salir de almacén o al momento de ser recepcionados.
- **Guía de Remisión** (Lista de Materiales). Documento emitido por el proveedor donde se indican los materiales, características y cantidades del material o equipo.
- **Certificado de Calidad.** Documento en el cual se indican los ensayos a los que fue sometido el material, así como la norma aplicable y los requerimientos para la satisfacción de la misma.
- **Packing List.** (Lista de empaque). Documento Comercial que tiene por objeto detallar el contenido de las mercancías que contiene cada bulto. Se debe usar, de preferencia, cuando se trate de bultos con mercancía surtida.
- **Data Sheet.** Documento que resume el funcionamiento y características de un equipo o subsistema, con el suficiente detalle para ser revisado por el ingeniero especialista.

## 6. DESARROLLO

### 6.1 EQUIPOS A EMPLEAR

- Wincha metálica.
- Calibrador o pie de rey.

### 6.2 EJECUCIÓN

- El Almacenero informará al Inspector de Calidad la llegada de material o equipos, quien debe verificar el estado de llegada del suministro.
- El Inspector de Calidad inspeccionará y recepcionará los materiales y equipos en el área designada para tal fin.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<b>PROCEDIMIENTO DE RECEPCION DE MATERIALES Y EQUIPOS</b> <b>PE.OPER.2012.PR.002</b>	Fecha: 23/05/2014 Revisión: 0 Página: 5 de 5
--	---	--

- Se procederá a la inspección física del suministro, verificando marcas, placas de identificación y toda información impresa y verificable en el material o equipos, y en la documentación que lo acompaña.
- Todo material que ingrese deberá ser inspeccionado en base a códigos, manuales, estándares, planos, certificaciones, etc.
- El Inspector de Calidad, verificará el estado del material suministrado, ayudándose con vistas fotográficas si lo considera necesario. El material recibido debe encontrarse en buenas condiciones y debe ser posible de identificar con la documentación que lo acompaña y sustenta su conformidad.
- Terminada la inspección, y de ser satisfactoria el Inspector de Calidad dará el visto bueno. De encontrarse algún motivo de rechazo, el Inspector de Calidad informará inmediatamente al Ingeniero Responsable, para que a su vez coordine las acciones a tomar en forma conjunta con el Cliente.
- El Inspector de Calidad emitirá un informe acerca de las condiciones del suministro en caso éste sea rechazado.

## 7. HISTORIAL DE CAMBIOS

Revisión	Descripción del cambio	Autorización por Fecha	Fecha
0	Emitido para revisión del cliente	Gerente del Proyecto	23/05/2014



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

## **5.16. Procedimiento de Inspección de Tintes Penetrantes**



**PROCEDIMIENTO DE INSPECCION DE  
TINTES PENETRANTES  
PE.OPER.2012.PR.003**

Fecha: 03/06/2014

Revisión: 0

Página: 1 de 7

**Cliente: FLUOR - BARRICK**

**Proyecto: Pueblo Viejo Dominicana**

RESPONSABILIDAD	FECHA EMISION	SELLO Y FIRMA
REVISADO POR:	03/06/2014	
APROBADO POR:	03/06/2014	



- **NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.
- **NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



**PROCEDIMIENTO DE INSPECCION DE  
TINTES PENETRANTES  
PE.OPER.2012.PR.003**

Fecha: 03/06/2014

Revisión: 0

Página: 2 de 7

**CONTENIDO**

1. Objetivo
2. Ámbito de Aplicación
3. Responsabilidad de Implementación
4. Referencias
5. Terminologías
6. Desarrollo
7. Historial de Cambios

Anexos: Tabla 1



- **NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.
- **NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<b>PROCEDIMIENTO DE INSPECCION DE TINTES PENETRANTES</b>	Fecha: 03/06/2014
	<b>PE.OPER.2012.PR.003</b>	Revisión: 0
		Página: 3 de 7

## 1. OBJETIVO

Este procedimiento define los lineamientos a seguir y los requerimientos de aceptación para la inspección con Tintes Penetrantes visibles removibles por solvente en uniones soldadas.

## 2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable a los materiales y uniones soldadas que se realicen en los espesadores montados en terreno por HAUG S.A., como parte del proyecto “**MONTAJE DE ESPESADOR EN TERRENO**”, asignado por **FLUOR**, por encargo de la **COMPAÑÍA MINERA BARRICK** y que será realizado en las instalaciones del Proyecto “**Pueblo Viejo**”, ciudad de Cotui, provincia de Sanchez Ramirez, República Dominicana.

## 3. RESPONSABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN

- **Jefe de Control de Calidad:**

Responsable de monitorear el cumplimiento del presente procedimiento.

- **Inspector de Control de Calidad:**

Es responsable de la ejecución de este procedimiento y su cumplimiento de acuerdo con los requisitos de las normas o estándares de referencia. Debe estar calificado y certificado como Nivel II de acuerdo a la práctica recomendada SNT-TC-1A de la ASNT.

- **Supervisor de Soldadura:**

Es responsable de asegurar que las uniones soldadas estén disponibles para la inspección con tintes penetrantes.

## 4. REFERENCIAS

- Especificaciones Técnicas del Proyecto
- Código ASME Boiler & Pressure Vessel, Section V, Artículo 6
- Código ASME Boiler & Pressure Vessel, Section VIII Div.1, apéndice 8
- Estandar API 650, 12va Edición – 2013
- Norma ASTM E-165



- **NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

- **NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<b>PROCEDIMIENTO DE INSPECCION DE TINTES PENETRANTES PE.OPER.2012.PR.003</b>	Fecha: 03/06/2014 Revisión: 0 Página: 4 de 7
--	--	--

- Hojas técnicas y MSDS de los Tintes Penetrantes.

## 5. TERMINOLOGÍAS

- **Indicación:**

Respuesta o evidencia de respuesta del método y técnica aplicados.

- **Inspección con Tintes Penetrantes:**

Es una manera efectiva de detectar discontinuidades las cuales están abiertas a la superficie. Discontinuidades típicas detectables por este método son: fisuras, laminaciones, porosidad, etc.

## 6. DESARROLLO

### 6.1 EQUIPOS A EMPLEAR

- Kit de tintes penetrantes en spray (penetrante, limpiador, revelador), para técnica de remoción por solvente de agente visible.
- Luxómetro (si es necesario)
- Termómetro
- Guantes y mascarilla
- Trapo industrial

### 6.2 APLICACIÓN DE TINTES PENETRANTES

- El Inspector de Calidad revisará que la superficie a ser examinada y área adyacente a la soldadura dentro de 1", debe estar seca y libre de grasa, escoria, aceites u otras materias que podrían obstruir la superficie abierta o interferir con la inspección; antes de la aplicación del tinte penetrante.
- Un secado si fuera necesario, después de la pre-limpieza debe ser acompañado por evaporación normal o por aire comprimido.
- Los líquidos penetrantes son visible removibles por solvente y deben ser aplicados por aspersion (spray).



- **NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.
- **NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



**PROCEDIMIENTO DE INSPECCION DE  
TINTES PENETRANTES  
PE.OPER.2012.PR.003**

Fecha: 03/06/2014

Revisión: 0

Página: 5 de 7

- La temperatura del penetrante y la superficie de la parte examinada no debe ser menor a 5°C ni mayor a 52°C durante el período de inspección. El tiempo de penetración debe ser mínimo de 10 minutos.
- Después del tiempo de penetración, el exceso de penetrante debe ser removido de toda la superficie a inspeccionar con trapo industrial humedecido con removedor, repitiendo la operación cuantas veces sea necesario.
- El revelador debe ser aplicado sobre la superficie cuidando de no humedecer la misma, manteniendo una distancia que asegure que se deposite sobre la superficie con un efecto de neblina.
- Aplicar el limpiador directamente de la boquilla del dispensador, después de la aplicación del penetrante pero antes del revelado, es prohibido.

### 6.3 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

- La interpretación de indicaciones en la superficie debe realizarse entre 10 a 30 minutos después que el revelador haya sido aplicado.
- Las indicaciones del penetrante visible deben ser evaluados en ambiente de luz natural o artificial con intensidad mínima de 1000 lx.
- Una indicación de una imperfección puede ser más grande que la imperfección que la causa, sin embargo, el tamaño de la indicación es la base para aceptar la evaluación. Solo indicaciones con dimensiones mayor que 1/16" (1.5 mm) deben ser consideradas relevantes.
- Una indicación lineal se da cuando su longitud es mayor a tres veces el ancho.
- Una indicación redondeada se da de forma circular o elíptica donde la longitud es igual o menor a tres veces el ancho.
- Cualquier indicación cuestionable debe ser re-inspeccionado para determinar si es o no relevante.



- **NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.
- **NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

**PROCEDIMIENTO DE INSPECCION DE  
TINTES PENETRANTES  
PE.OPER.2012.PR.003**

Fecha: 03/06/2014

Revisión: 0

Página: 6 de 7

#### 6.4 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- Todas las superficies inspeccionadas deben estar libres de:
  - a. Indicación lineal relevante;
  - b. Indicación redondeada relevante mayor que 3/16" (5 mm);
  - c. Cuatro o más indicaciones redondeadas relevantes en una línea, separadas por 1/16" (1.5 mm) o menos (medido entre extremos).

#### 6.5 OTRAS CONSIDERACIONES

Donde una discontinuidad es removida, su reparación subsecuente no necesariamente es requerida, si se diera el caso, ésta debe ser re-examinada por el método de tintes penetrantes.

Si la prueba de tinte penetrante es realizada en el primer pase o entre pasadas, el revelador deberá ser removido en su totalidad del cordón de soldadura con trapo industrial humedecido con removedor antes de reanudar la soldadura.

#### 7. HISTORIAL DE CAMBIOS

Revisión	Descripción de los cambios	Autorización	Fecha
0	Emitido para revisión del cliente	Gerente del Proyecto	03/06/2014



- **NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.
- **NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

**PROCEDIMIENTO DE INSPECCION DE  
TINTES PENETRANTES  
PE.OPER.2012.PR.003**

Fecha: 03/06/2014

Revisión: 0

Página: 7 de 7

**ANEXOS – TABLA 1:** Requisitos para la prueba por Tintes Penetrantes y rango de calificación del procedimiento

Variable / Requisito	Rango de la variable	Rango del Procedimiento
Identificación de la familia de los penetrantes	Marca: Cantesco Penetrante P101S-A Revelador D101-A Limpiador C101-A	Únicamente los miembros de la familia <b>(NOTA 1)</b>
	Marca: Magna Penetrante SKL-SP2 Revelador SKD-S2 Limpiador SKC-S	
Preparación de la superficie	Acabado como soldado, limpio con escobilla circular de alambre metálico y aplicación de solvente.	Acabado como soldado, limpio con escobilla circular de alambre metálico y aplicación de solvente.
Método de aplicación del penetrante	Spray	Spray
Método de remoción del exceso de penetrante	Trapo limpio libre de hilachas seguido de trapo humedecido en solvente	Trapo limpio libre de hilachas seguido de trapo humedecido en solvente
Método de aplicación del revelador	Spray	Spray
Tiempos mínimos y máximos de tiempos	Penetrante: Máximo: 20 minutos Mínimo: 10 minutos Revelador: Mínimo: 2 minutos Máximo: 10 minutos Secado: Máximo: 15 minutos	Penetrante: Máximo: 20 minutos Mínimo: 10 minutos Revelador: Mínimo: 2 minutos Máximo: 10 minutos Secado: Máximo: 15 minutos
Tiempo de espera del penetrante	10 minutos	No menor de 10 minutos
Tiempo de espera del revelador	No antes de 10 minutos No después de 30 minutos	No después de 30 minutos
Intensidad de luz	Mínimo 1000 Lx	Mínimo 1000 Lx
Temperatura de la superficie	5°C a 52°C	5 °C a 52°C

**NOTA 1:** La marca Magnaflux será de uso obligatorio en caso de acero inoxidable.



- **NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.
- **NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

## **5.17. Procedimiento de Inspección Visual de Soldadura**



**PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN VISUAL  
DE SOLDADURA**

**PE.OPER.2012.PR.004**

Fecha: 04/06/2014

Revisión: 0

Página: 1 de 8

**Cliente: FLUOR - BARRICK**

**Proyecto: Pueblo Viejo Dominicana**

REVISADO POR		FECHA
REVISADO POR:	04/06/2014	
APROBADO POR:	04/06/2014	



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



# PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA

PE.OPER.2012.PR.004

Fecha: 04/06/2014

Revisión: 0

Página: 2 de 8

## CONTENIDO

1. Objetivo
2. Ámbito de Aplicación
3. Responsabilidad de Implementación
4. Referencias
5. Terminologías
6. Desarrollo
7. Historial de Cambios

Anexos: Tablas de criterio de aceptación



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



# PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA

PE.OPER.2012.PR.004

Fecha: 04/06/2014

Revisión: 0

Página: 3 de 8

## 1. OBJETIVO

Establecer los lineamientos generales aplicables a la ejecución de la inspección visual de soldadura para asegurar la calidad de todas las juntas soldadas en los espesadores montados en obra.

## 2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este procedimiento aplica a las juntas soldadas en los espesadores montados en terreno por HAUG S.A., como parte del proyecto "**MONTAJE DE ESPESADOR EN TERRENO**", asignado por **FLUOR**, por encargo de la **COMPAÑÍA MINERA BARRICK** y que se será realizado en las instalaciones del Proyecto "**PUEBLO VIEJO**", ciudad de Cotui, provincia de Sanchez Ramirez, Republica Dominicana.

## 3. RESPONSABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN

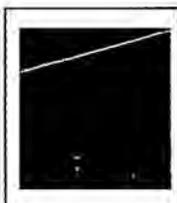
- **Jefe de Control Calidad:**  
Responsable de monitorear el cumplimiento del presente procedimiento.
- **Inspector de Control Calidad:**  
Responsable por el monitoreo permanente de la inspección, emisión del registro de la inspección y reportar el hallazgo de algún defecto para que se tomen, sin demora injustificada, las acciones correctivas necesarias.
- **Supervisor de Soldadura:**  
Responsable de controlar los parámetros de los procedimientos de soldadura y establecer coordinación con el inspector de calidad para la ejecución de la inspección visual de soldadura. Asimismo, es responsable de ejecutar las acciones correctivas necesarias que determine el Inspector de Control de Calidad.

## 4. REFERENCIAS

- Código ASME Boiler & Pressure Vessel, Sección V, Artículo 9.
- Estándar API 650, 12va Edición – 2013
- Código AWS D1.1, 22va Edición - 2010
- Registros de calibración de instrumentos
- Especificaciones Técnicas, Normas y Estándares aplicables.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.  
**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<b>PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA</b>  <b>PE.OPER.2012.PR.004</b>	Fecha: 04/06/2014 Revisión: 0 Página: 4 de 8
---	--	--

## 5. TERMINOLOGÍAS

- **Galga o Gage para inspección de soldadura:**

Dispositivo metálico de acción mecánica diseñado y graduado para mediciones específicas en juntas y/o uniones soldadas.

## 6. DESARROLLO

### 6.1 EQUIPOS A EMPLEAR

- Galgas para inspección de soldadura (Fillet gages, Bridge Cam, V-Wac, etc.)
- Lupa de aumento (en caso de ser necesario)
- Linterna (en caso de ser necesario)

### 6.2 EJECUCIÓN

- El Inspector de Calidad y/o Supervisor de Soldadura revisará que se ejecuten los pasos previos al inicio de la soldadura: preparación de juntas, limpieza de juntas, precalentamiento (en caso de ser aplicable), verificación del material de aporte y condición de los equipos de soldadura a emplear.
- Durante el proceso de soldadura, el Supervisor de Soldadura deberá monitorear el control de las variables de soldadura, la limpieza entre pases, temperatura entre pases, secuencia de soldadura y protección adecuada de la zona de soldadura.
- Terminado el proceso de soldadura, el Inspector de Calidad deberá inspeccionar la soldadura terminada, basándose en los criterios de aceptación mostrados. (ver anexos).

### 6.3 REPORTE DE RESULTADO

- El Inspector de Calidad, emitirá el registro de inspección visual de soldadura, en la frecuencia que considere adecuada para un control eficiente durante el proyecto.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<b>PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA</b>  <b>PE.OPER.2012.PR.004</b>	Fecha: 04/06/2014 Revisión: 0 Página: 5 de 8
--	--	--

## 7. HISTORIAL DE CAMBIOS

Revisión	Descripción del cambio	Aprobado por (Cargo)	Fecha
A	Emitido para revisión del cliente	Gerente del Proyecto	01/06/2014
0	Emitido para revisión del cliente	Gerente del Proyecto	04/06/2014



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



# PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA

PE.OPER.2012.PR.004

Fecha: 04/06/2014

Revisión: 0

Página: 6 de 8

## ANEXOS - TABLA 1: Criterios de aceptación según API 650

- a) No debe haber grietas de cráter, ni grietas superficiales, ni golpes de arco en las juntas soldadas o adyacentes a ellas.
- b) Para juntas a tope verticales de soldadura, la máxima socavación aceptable es 0.4 mm (1/64") del metal base. Para juntas a tope horizontales, la socavación no debe exceder 0.8 mm (1/32"mm) de profundidad. Para soldaduras de nozzles y manholes la socavación no debe exceder de 0.4 mm (1/64").
- c) La frecuencia de porosidad superficial en la soldadura no debe de exceder de un cluster (porosidad agrupada) por cada 4" de longitud soldada, y el diámetro de cada poro no debe de exceder de 2.5 mm (1/32").
- d) El refuerzo de la soldadura en todas las juntas a tope a cada lado de las planchas no deberá exceder de lo indicado abajo:

Espesor de plancha (mm)	Máximo espesor o altura del refuerzo (mm)	
	Juntas verticales	Juntas horizontales
<= 13	2.5	3
> 13 hasta 25	3	5
> 25	5	6



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

# PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA

PE.OPER.2012.PR.004

Fecha: 04/06/2014

Revisión: 0

Página: 7 de 8

**Tabla 2: Criterios de Aceptación de acuerdo a AWS D1.1**

Item	Categoría de la Discontinuidad y Criterios de Inspección	Carga Estática Conexión No- tubular	Carga Cíclica Conexión No- tubular	Conexión Tubular (todas las cargas)
01	<b>Prohibida Grietas</b> Cualquier grieta será inaceptable sin tener en cuenta el tamaño o ubicación.	X	X	X
02	<b>Soldadura / Base – Metal de Fusión</b> Fusión completa existirá entre las capas adyacentes del metal de soldadura y entre el metal de soldadura y metal base.	X	X	X
03	<b>Cráter de Sección Transversal</b> Todos los cráteres se llenaran para proporcionar el tamaño de soldadura especificada, a excepción de los extremos de las soldaduras de filete intermitentes fuera de su longitud efectiva.	X	X	X
Item	Categoría de la Discontinuidad y Criterios de Inspección	Carga Estática Conexión No- tubular	Carga Cíclica Conexión No- tubular	Conexión Tubular (todas las cargas)
04	<b>Soldadura de Perfiles</b> <b>Ancho cara de Soldadura (W)</b> Para $W \leq 5/16''$ (8mm) Para $W > 5/16''$ (8mm) o $W < 1''$ (25mm) Para $W \geq 1''$ (25mm) <b>Canal de Soldadura</b> Sobremonta $< 1/8''$ (3mm) <b>Convexidad (c)</b> $c = 1/16''$ (2mm) $c = 1/8''$ (3mm) $c = 3/16''$ (5mm)	X	X	X
05	<b>Tiempo de Inspección</b> Inspección visual de soldadura en todos los aceros puede comenzar inmediatamente después de que la soldadura realizada ha enfriado a temperatura ambiente. Criterios de aceptación para aceros ASTM A514, A517 y A709 Grado 100 y 100 W, la inspección visual no se realizara con menos de 48 horas después de terminada la soldadura.	X	X	X
06	<b>Soldadura insuficiente</b> El tamaño de una soldadura de filete en cualquier soldadura puede ser menor que el tamaño nominal especificado (L) sin corrección por las siguientes cantidades (U) L, U, <u>Tamaño soldadura nominal especificado</u> <u>Disminución aceptable de L</u> $\frac{\text{in(mm)}}{\leq 3/16'' (5\text{mm})}$ $\frac{\text{in(mm)}}{\leq 1/16''}$ $\frac{1/4'' (6\text{mm})}{\geq 5/16'' (8\text{mm})}$ $\frac{\leq 3/32'' (2.5\text{mm})}{\leq 1/8'' (3\text{mm})}$ En todos los casos, el tamaño inferior de la soldadura no podrá exceder del 10% de la longitud de la soldadura. En las soldaduras en vigas, el empotramiento se prohibirá en los extremos de una longitud igual a dos veces el ancho de la brida.	X	X	X
07	<b>Socavación</b> A) Para materiales menores que 1 in (25 mm) de espesor, la socavación no excederá 1/32 in (1 mm) con la siguiente excepción: la socavación no excederá 1/16 in (2 mm) para cualquier longitud acumulada hasta 2 in (50 mm) en cualquier 12 in (300 mm). Para materiales igual o mayor que 1 in. de espesor, la socavación no excederá 1/16 in (2 mm) para cualquier longitud de soldadura.	X		



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



# PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA

PE.OPER.2012.PR.004

Fecha: 04/06/2014

Revisión: 0

Página: 8 de 8

	B) En miembros primarios, la socavación no debe de mayor que 0.01 in (0.25 mm) de profundidad cuando la soldadura es transversal a la tracción bajo cualquier condición de carga de diseño. La socavación no será mayor que 1/32 in (1 mm) de profundidad para todos los demás casos.		X	X
08	<b>Porosidad</b> A) CJP soldadura de ranuras en juntas transversales a tope en la direcciones de tracción no tendrá porosidad tubular visible. Para las demás ranuras de soldadura y para filetes de soldadura, la suma de la porosidad visible de la tubería es 1/32 (1 mm) o mayor diámetro no excederá 3/8 in (10 mm) en cualquier pulgada lineal de soldadura y no excederá 3/4 in (20 mm) en cualquier 12 in (300 mm) de longitud de soldadura.	X		
	B) La frecuencia de porosidad tubular en soldaduras de filete no excederá uno en cada 4 in (100 mm) de longitud soldada y el diámetro máximo no excederá 3/32 in (2.5 mm). Excepción: para soldadura de filete de las conexiones de refuerzo, la suma de los diámetros de la porosidad tubular no excederá 3/8 in (10 mm) en cualquier pulgada lineal de soldadura y no excederá 3/4 in (20 mm) en cualquier 12 in (300 mm) de longitud soldada.		X	X
	C) CJP soldadura de ranuras en juntas a tope transversales en la dirección de tracción no tendrá porosidad tubular. Para todas las demás ranuras de soldadura, la frecuencia de porosidad tubular no excederá en 4 in (100 mm) de longitud y el diámetro máximo no excederá 3/32 in (2.5 mm).		X	X



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

## **5.18. Procedimiento de Prueba de Vacío**



# PROCEDIMIENTO PRUEBA DE VACIO

PE.OPER.2012.PR.005

Fecha: 23/05/2016

Revisión: 0

Página: 1 de 6

**Cliente: FLUOR - BARRICK**

**Proyecto: Pueblo Viejo Dominicana**

RESPONSABILIDAD	FECHA	SELLO Y FIRMA
REVISADO POR:	23/05/2014	
APROBADO POR:	23/05/2014	



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



## PROCEDIMIENTO PRUEBA DE VACIO

PE.OPER.2012.PR.005

Fecha: 23/05/2016

Revisión: 0

Página: 2 de 6

### CONTENIDO

1. Objetivo
2. Ámbito de Aplicación
3. Responsabilidad de Implementación
4. Referencias
5. Terminologías
6. Desarrollo
7. Historial de Cambios



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



## PROCEDIMIENTO PRUEBA DE VACIO

PE.OPER.2012.PR.005

Fecha: 23/05/2016

Revisión: 0

Página: 3 de 6

### 1. OBJETIVO

Este procedimiento define la secuencia de actividades para ejecutar la prueba de vacío y comprobar la integridad de los cordones de soldadura en el fondo de los espesadores montados en obra.

### 2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este procedimiento aplica a los espesadores montados en terreno por HAUG S.A. como parte del proyecto "**MONTAJE DE ESPESADORES EN TERRENO**", asignado por **FLUOR**, por encargo de la **COMPAÑÍA MINERA BARRICK** y que se será realizado en las instalaciones del Proyecto "**Pueblo Viejo**", ciudad de Cotui, provincia de Sánchez Ramírez, Republica Dominicana.

### 3. RESPONSABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN

- **Jefe de Control Calidad:**

Responsable de monitorear el cumplimiento del presente procedimiento.

- **Residente:**

Responsable de la ejecución del presente procedimiento, así como de coordinar y asignar los recursos necesarios para la ejecución del mismo.

- **Inspector de Control Calidad:**

Responsable del cumplimiento del presente procedimiento y dar la conformidad de la prueba de acuerdo al Estándar API 650 ó las especificaciones del proyecto. Deberá tener una visión (con correctores, si es necesario) que le permita leer una cartilla estándar Jaeger Tipo 2 a una distancia no menor que 300 mm, la cual deberá ser verificada anualmente.

Además debe ser competente en la técnica de prueba, lo cual incluye realizar la examinación, la interpretación y evaluación de resultados.

- **Supervisor de Soldadura:**

Responsable de controlar los parámetros de los procedimientos de soldadura y establecer coordinación con el inspector de calidad para la ejecución de la inspección visual de soldadura.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

- **Supervisor de Montaje:**

Responsable de habilitar y disponer el tanque para la prueba de vacío, así como de asignar el personal de apoyo que sea necesario.

#### 4. REFERENCIAS

- Estándar API 650-12th edition - 2013.
- Especificaciones Técnicas del Proyecto.
- PE.OPER.2012.PR.004: Procedimiento de Inspección Visual de Soldadura.

#### 5. TERMINOLOGÍAS

- **Prueba de Vacío:**

Se refiere a la aplicación de una presión de vacío sobre un sector de junta soldada en el fondo del tanque con ayuda de una caja con sellos adecuados para confinar el espacio sobre el que se aplicará la presión de vacío. Se realiza antes de la prueba hidrostática del tanque.

- **Caja de Vacío:**

Caja con fondo abierto y un vidrio o similar en el lado superior, el cual provee visibilidad a la inspección. El lado del fondo debe ser sellado apropiadamente para asegurar el vacío dentro de la caja. La caja de vacío tendrá las facilidades para instalar un vacuómetro para registrar la depresión dentro de la cámara de vacío.

#### 6. DESARROLLO

##### 6.1. EQUIPOS A EMPLEAR

- Equipo necesario para aplicación de vacío (compresor o bomba de vacío, mangueras, etc.)
- Caja de vacío
- Vacuómetro calibrado.
- Termómetro calibrado.
- Luxómetro calibrado (Si es necesario)
- Herramientas manuales, cómo sean necesarias.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

**6.2. EJECUCIÓN DE LA PRUEBA**

- El Supervisor de Montaje en obra, informará de la culminación de la soldadura de las planchas de fondo, el Inspector de Calidad verificará que efectivamente la prueba de vacío se puede realizar.
- Se limpiaran los cordones de soldadura y se realizará una inspección visual, de acuerdo a lo establecido en documento "PE.OPER.2012.PR.004 Procedimiento de Inspección Visual de Soldadura".
- El Inspector de Calidad verificará la condición de la caja de vacío, empaquetaduras de asiento y accesorios necesarios para la admisión y purga de vacío, así como para la colocación del vacuómetro para la prueba.
- Antes de iniciar la prueba debe hacerse una prueba en vacío de la hermeticidad que se logra alcanzar con la caja de vacío, colocando los elemento de sellado necesario para mantener el vacío confinado en la caja.
- La temperatura de la superficie del metal deberá estar entre 4°C y 52°C, a menos que la solución formadora de burbujas este diseñada para trabajar a temperaturas fuera de ese rango, sea por pruebas o recomendaciones del fabricante.
- Una intensidad luminosa mínima de 1000 lux en el punto de prueba es requerida durante la realización de la prueba y evaluación de fugas.
- Aplicar una película de solución formadora de burbujas (agua con jabón, agua con shampoo, o similar) a un área seca, tal que el área se humedezca bien y se tenga una mínima generación de burbujas de aplicación.
- Aplicar un vacío parcial de 3 a 5 psi para la prueba. Si es especificado por el cliente, podría incrementarse el vacío a entre 8 a 10 psi para detectar fugas muy pequeñas.
- La caja de vacío deberá traslapar al menos 50 mm la sección de la superficie examinada previamente.

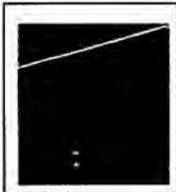
**6.3. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN**

- La prueba de la sección bajo la caja será considerada aceptable si el vacío es mantenido por lo que demore más: 5 segundos o el tiempo requerido para observar el área en prueba.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



# PROCEDIMIENTO PRUEBA DE VACIO

PE.OPER.2012.PR.005

Fecha: 23/05/2016

Revisión: 0

Página: 6 de 6

- La presencia de burbujas será indicativo de una fuga a través del espesor del material, por lo que la prueba será inaceptable en esa zona y se procederá a reparar.

## 6.4. REPARACIONES

- En caso de observarse ingreso de presión a la cámara de vacío o burbujas por efecto del líquido jabonoso durante el desarrollo de la prueba, esta deberá ser aliviada y se procederá a efectuar la reparación correspondiente de la junta ensayada.
- Culminada la reparación se realizara la inspección visual de la soldadura de la zona ensayada y se reiniciara la prueba de vacío.

## 6.5. REPORTE DE RESULTADOS

- Culminada la prueba a satisfacción, el Inspector de Calidad emitirá un registro de la misma.

## 7. HISTORIAL DE CAMBIOS

Revisión	Descripción del cambio	Autorizado por	Fecha
0	Emitido para revisión del cliente.	Gerente del Proyecto	23/05/2014



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

## **5.19. Procedimiento de Prueba Neumática**



# PROCEDIMIENTO PRUEBA NEUMATICA

PE.OPER.2012.PR.006

Fecha: 02/06/2014

Revisión: 0

Página: 1 de 5

**Cliente: FLUOR - BARRICK**

**Proyecto: Pueblo Viejo Dominicana**

RESPONSABLE	FECHA	SERVIDOR
REVISADO POR:	02/06/2014	
APROBADO POR:	02/06/2014	



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



# PROCEDIMIENTO PRUEBA NEUMATICA

PE.OPER.2012.PR.006

Fecha: 02/06/2014

Revisión: 0

Página: 2 de 5

## CONTENIDO

1. Objetivo
2. *Ámbito de Aplicación*
3. Responsabilidad de Implementación
4. Referencias
5. Terminologías
6. Desarrollo
7. Historial de Cambios



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



## PROCEDIMIENTO PRUEBA NEUMATICA

PE.OPER.2012.PR.006

Fecha: 02/06/2014

Revisión: 0

Página: 3 de 5

### 1. OBJETIVO

Este procedimiento define los lineamientos a seguir para la realización de la prueba neumática en las planchas de refuerzo de las conexiones (boquillas) del cilindro de los espesadores montados en obra.

### 2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este procedimiento aplica a los tanques de almacenamiento montados en terreno por HAUG S.A., como parte del proyecto “**MONTAJE DE ESPESADORES EN TERRENO**”, asignado por **FLUOR**, por encargo de la **COMPAÑIA MINERA BARRICK** y que se será realizado en las instalaciones del Proyecto “**PUEBLO VIEJO**”, ciudad de Cotui, provincia de Sánchez Ramírez, Republica Dominicana.

### 3. RESPONSABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN

- **Jefe de Control Calidad:**  
Responsable de monitorear el cumplimiento del presente procedimiento.
- **Residente:**  
Responsable de la ejecución del presente procedimiento, así como de coordinar y asignar los recursos necesarios para la ejecución del mismo.
- **Inspector de Control Calidad:**  
Responsable de verificar el cumplimiento del presente procedimiento y dar la conformidad de la prueba de acuerdo al estándar API 650.
- **Supervisor de Montaje:**
  - Responsable de informar que las conexiones y sus refuerzos están habilitados para la prueba neumática
- **Supervisor de Soldadura:**  
Responsable de controlar los parámetros de los procedimientos de soldadura y establecer coordinación con el inspector de calidad para la ejecución de la inspección visual de soldadura.

### 4. REFERENCIAS

- Estándar API 650, 12va Edición - 2013
- Especificaciones Técnicas del Proyecto.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

## 5. TERMINOLOGÍAS

- **Prueba Neumática:**

Se refiere a la aplicación de aire a presión para verificar la integridad de las uniones soldadas en planchas de refuerzo de conexiones que atraviesan el cilindro o para verificar la hermeticidad del cilindro completo. Se realiza antes de la prueba hidrostática del cilindro.

## 6. DESARROLLO

### 6.1 EQUIPOS A EMPLEAR

- Equipo necesario para aplicación de aire (compresor, mangueras, etc.)
- Manómetro calibrado.
- Herramientas manuales, como sean necesarias.

### 6.2 EJECUCIÓN DE LA PRUEBA

- El Supervisor de Montaje en obra informará de la culminación de la soldadura de las planchas de refuerzo de conexiones que atraviesan el casco, tras lo cual el Inspector de Calidad verificará que efectivamente la prueba neumática puede efectuarse.
- Se colocarán los accesorios de tubería y válvulas necesarios, así como el manómetro para la prueba, en el agujero roscado de la placa de refuerzo dispuesto para ese fin.
- Se aplicará aire a presión muy lentamente controlando el incremento de la presión hasta 15 psi.
- Alcanzada la presión de prueba, se cerrará el ingreso de aire y se observará el comportamiento del manómetro, mientras que una solución formadora de burbujas (agua con jabón, agua con shampoo, o similar) se aplica a las juntas soldadas sometidas a presión: unión de la conexión con el casco (por el interior); unión de la plancha de refuerzo con la conexión y con el casco (por el exterior).
- La presión debe mantenerse invariable durante la prueba, cualquier caída de presión es indicativo de una fuga, la cual debe detectarse y repararse.



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<b>PROCEDIMIENTO PRUEBA NEUMÁTICA</b>  <b>PE.OPER.2012.PR.006</b>	Fecha: 02/06/2014 Revisión: 0 Página: 5 de 5
--	---	--

### 6.3 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- La prueba neumática será considerada satisfactoria cuando no se detecten fugas de aire (formación de burbujas) a través de las uniones soldadas sometidas a inspección.

### 6.4 REPARACIONES

- En caso de observarse una fuga durante el desarrollo de la prueba, la presión deberá ser aliviada y se procederá a efectuar la reparación correspondiente, la prueba deberá reiniciarse cuando se haya culminado la reparación.

### 6.5 REPORTE DE RESULTADOS

- Culminada la prueba a satisfacción, el Inspector de Calidad emitirá un registro de la misma.

## 7. HISTORIAL DE CAMBIOS

Revisión	Descripción del cambio	Aprobado por	Fecha
0	Emitido para revisión del cliente	Gerente del Proyecto	02/06/2014



**NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.

**NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

## **5.20. Procedimiento de Prueba Hidrostática**

	<p align="center"><b>PROCEDIMIENTO DE PRUEBA HIDROSTATICA PE.OPER.2012.PR.007</b></p>	<p>Fecha: 23/05/2014 Revisión: 0 Página: 1 de 5</p>
--	---	---

**Cliente: FLUOR - BARRICK**

**Proyecto: Pueblo Viejo Dominicana**

Revisión	Fecha	Descripción
<b>REVISADO POR:</b>	23/05/2014	
<b>APROBADO POR:</b>	23/05/2014	



- **NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.
- **NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



**PROCEDIMIENTO DE PRUEBA  
HIDROSTATICA  
PE.OPER.2012.PR.007**

Fecha: 23/05/2014  
Revisión: 0  
Página: 2 de 5

**CONTENIDO**

1. Objetivo
2. Ámbito de Aplicación
3. Responsabilidad de Implementación
4. Referencias
5. Terminologías
6. Desarrollo
7. Historial de Cambios



- **NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.
- **NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



**PROCEDIMIENTO DE PRUEBA  
HIDROSTATICA  
PE.OPER.2012.PR.007**

Fecha: 23/05/2014  
Revisión: 0  
Página: 3 de 5

### 1. OBJETIVO

Este procedimiento define la secuencia de actividades para la Prueba Hidrostática de los espesadores montados en terreno.

### 2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable para los espesadores montados en terreno por HAUG S.A., como parte del proyecto **“MONTAJE DE ESPESADORES EN TERRENO”**, asignado por **FLUOR**, por encargo de la **COMPAÑÍA MINERA BARRICK** y que será realizado en las instalaciones del **Proyecto “Pueblo Viejo”**, ciudad de Cotui, provincia de Sanchez Ramirez, Republica Dominicana.

### 3. RESPONSABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN

- **Ingeniero Residente:**

Responsable de coordinar los recursos para la correcta ejecución de este procedimiento.

- **Jefe de Control de Calidad:**

Responsable de monitorear el cumplimiento del presente procedimiento.

- **Inspector de Control de Calidad:**

Es responsable de la ejecución de este procedimiento y su cumplimiento de acuerdo con los requisitos de las normas o estándares de referencia.

- **Supervisor de Montaje**

Responsable de habilitar y disponer el tanque para la prueba hidrostática.

- **Supervisor de Soldadura:**

Responsable de asegurar que las uniones soldadas estén disponibles para la prueba hidrostática.

### 4. REFERENCIAS

- Especificaciones Técnicas del Proyecto
- Estandar API 650, 12va Edición – 2013



- **NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.
- **NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



## PROCEDIMIENTO DE PRUEBA HIDROSTATICA PE.OPER.2012.PR.007

Fecha: 23/05/2014  
Revisión: 0  
Página: 4 de 5

### 5. TERMINOLOGÍAS

- **Prueba Hidrostática:**

Se refiere al llenado de un recipiente con agua para verificar la integridad (detectar fugas) de las uniones soldadas que conforman espesador, y que contendrá un fluido durante su operación.

### 6. DESARROLLO

#### 6.1 EQUIPOS A EMPLEAR

- Equipo para llenar de agua el interior del tanque (cisternas, bombas, etc.).
- Herramientas manuales

#### 6.2 EJECUCION DEL PROCEDIMIENTO

- El Supervisor de Montaje informara la terminación mecánica del tanque.
- El Inspector de Calidad verificara que todas las pruebas e inspecciones estén completas, previa a la realización de la Prueba Hidrostática.
- La Prueba Hidrostática debe de ser programada después de completada la parte mecánica de tanques y espesador, todas las conexiones internas y externas deberán de ser soldadas antes de la Prueba Hidrostática.
- Se marcaran ocho (08) puntos en el casco para controlar el asentamiento.
- La altura de llenado del tanque será hasta la parte inferior de la conexión de rebose.
- Elevaciones observadas serán referidas a un hito permanente (benchmark).
- El control de asentamiento deberá de ser ejecutado de acuerdo a las etapas de llenado según se indica:
  - Antes de iniciar la Prueba Hidrostática
  - Cuando el tanque este lleno a  $\frac{1}{4}$  de su altura (+/- 600mm)
  - Cuando el tanque este lleno a  $\frac{1}{2}$  de su altura (+/- 600mm)
  - Cuando el tanque este lleno a  $\frac{3}{4}$  de su altura (+/- 600mm)
  - La última toma se realizara 24 horas después de que se ha llenado el tanque o espesador a su altura de prueba.
- Después de terminada la prueba Hidrostática, solo elementos no estructurales pequeños se podrán soldar.



- **NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.
- **NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<b>PROCEDIMIENTO DE PRUEBA HIDROSTATICA PE.OPER.2012.PR.007</b>	Fecha: 23/05/2014 Revisión: 0 Página: 5 de 5
--	---	--

### 6.3 REPARACIONES

Si durante el llenado del tanque se detectan fugas, se deberá de parar el llenado y bajar el nivel de agua a 60cm (2 pie) debajo del nivel de fuga y reparar, una vez reparada la fuga se reinicia el llenado.

### 6.4 CRITERIOS DE ACEPTACION

El agua permanecerá en el tanque y espesador un tiempo de 24 horas, si durante este periodo no se detectan fugas, la prueba se dará como aceptada.

### 6.5 REPORTE DE RESULTADOS

Culminada la Prueba Hidrostática, el Inspector de Calidad emitirá el registro de la misma.

## 7. HISTORIAL DE CAMBIOS

Número	Descripción de los cambios	Autorizado por	Fecha
0	Emitido para revisión del cliente	Gerente de Proyecto	23/05/2014



- **NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.
- **NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

## **5.21. Procedimiento de Touch Up y Pintura de Acabado**

	<b>PROCEDIMIENTO DE TOUCH UP Y PINTURA DE ACABADO PE.OPER.2012.PR.08</b>	Fecha: 10/06/2014 Revisión: 0 Página: 1 de 7
---	--	--

**Cliente: FLUOR - BARRICK**

**Proyecto: Pueblo Viejo Dominicana**

REVISADO POR:	FECHA	COMENTARIOS
REVISADO POR:	10/06/2014	
APROBADO POR:	10/06/2014	



- **NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.
- **NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



**PROCEDIMIENTO DE TOUCH UP Y  
PINTURA DE ACABADO  
PE.OPER.2012.PR.08**

Fecha: 10/06/2014  
Revisión: 0  
Página: 2 de 7

**CONTENIDO**

1. Objetivo
2. Ámbito de Aplicación
3. Responsabilidad de Implementación
4. Referencias
5. Terminologías
6. Desarrollo
7. Historial de Cambios



- **NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.
- **NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.



**PROCEDIMIENTO DE TOUCH UP Y  
PINTURA DE ACABADO  
PE.OPER.2012.PR.08**

Fecha: 10/06/2014  
Revisión: 0  
Página: 3 de 7

### 1. OBJETIVO

Este procedimiento define la secuencia de actividades para asegurar un adecuado trabajo de Touch Up y pintura de acabado en sitio de los productos de acero al carbono, de acuerdo al sistema de pintura aplicado para su servicio final.

### 2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable para los espesadores montados en terreno por HAUG S.A., como parte del proyecto "**MONTAJE DE ESPESADORES EN TERRENO**", asignado por **FLUOR**, por encargo de la **COMPAÑÍA MINERA BARRICK** y que será realizado en las instalaciones del **Proyecto "Pueblo Viejo"**, ciudad de Cotui, provincia de Sanchez Ramirez, Republica Dominicana.

### 3. RESPONSABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN

- **Ingeniero Residente:**

Responsable de coordinar los recursos para la correcta ejecución de este procedimiento.

- **Jefe de Control de Calidad:**

Responsable de monitorear el cumplimiento del presente procedimiento.

- **Inspector de Control de Calidad:**

Es responsable de verificar la aplicación de este procedimiento así como la inspección de todas las superficies listas para la aplicación de pintura, incluyendo todas las pruebas requeridas.

- **Supervisor de Pintura:**

Es responsable de la correcta ejecución del presente procedimiento.

### 4. REFERENCIAS

- Especificaciones Técnicas del Proyecto
- Procedimiento de Pintado del Proveedor
- Hojas Técnicas y MSDS de la pintura



- **NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.
- **NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

## 5. TERMINOLOGÍAS

- **Sistema de Pintura:**

Se refiere a las sucesivas capas de recubrimientos aplicadas sobre una superficie limpia. El sistema de pintura podrá tener una o más capas de pintura e acuerdo a la especificación técnica del proyecto.

- **Touch Up:**

Es la corrección de partes de la pintura que pueden tener daños causados por la manipulación y/o el proceso constructivo. Todos los retoques de pintura se deben de restaurar de acuerdo al sistema de pintura.

- **Herramientas de poder:**

Herramientas que se utiliza para remover oxido, laminación suelta y pintura suelta.

## 6. DESARROLLO

### 6.1 EQUIPOS A EMPLEAR

- Termómetro de superficie (Con certificado de calibración)
- Higrómetro (Con certificado de calibración)
- Medidor de perfil de rugosidad (Con certificado de calibración)
- Medidor de espesor de película húmeda
- Medidor de espesor de película seca (Con certificado de calibración)

### 6.2 EJECUCION

- El Supervisor de Pintura y/o el Inspector de Calidad verificara el correcto almacenamiento de la pintura.
- El Supervisor de Pintura y/o el Inspector de Calidad verificara las condiciones ambientales para asegurarse que los trabajos son realizados en óptimas condiciones de acuerdo al sistema de pintura utilizado.
  - Humedad relativa menor a 85%
  - Temperatura de Superficie menor a 45°C
  - Halla una probabilidad de condiciones ambientales no adecuadas para el pintado.



- **NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.
- **NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<b>PROCEDIMIENTO DE TOUCH UP Y PINTURA DE ACABADO</b> <b>PE.OPER.2012.PR.08</b>	Fecha: 10/06/2014 Revisión: 0 Página: 5 de 7
---	--	--

- El Supervisor de Pintura verificara la mezcla y la aplicación de las capas de pintura, incluyendo el curado, que esté de acuerdo con las instrucciones del fabricante de la pintura, especificaciones del proyecto y estándar aplicable.
- Finalizada la pintura el Inspector de Control de Calidad deberá de inspeccionar la aplicación de la pintura atravez de:
  - Mediciones de espesores secos de la pintura de acabado.
  - Inspección visual para asegurar que cada película de pintura de cada capa esté libre de defectos como ampollas, cráteres, pulverizado en seco, las marcas de superposición y las marcas de brocha innecesarios.
  - Medición de la resistencia a la adherencia de las capas, según el sistema que se esté aplicando.

### 6.3 TOUCH UP EN SITIO

- Touch Up se llevara a cabo con el fin de reparar los bordes realizados por soldadura, las juntas de soldadura y la capa dañada durante la eliminación de los defectos de construcción, tales como manchas, salpicaduras de soldadura, laminaciones y otros defectos de aplicación.
- El sistema de pintura a utilizar será de acuerdo a la especificación del proyecto.
- La preparación de la superficie será de acuerdo a SSPC –SP2/3, según especificación técnica de la pintura.
- Remover los contaminantes (suciedad, grasa y sales) de los elementos que están en su posición correcta.
- La superficie debe de estar limpia, sin señales de humo de soldadura, golpes de arco, salpicaduras de soldadura, grasa, sales e imperfecciones en la superficie.
- La superficie puede ser limpiada por herramientas de poder.
- Sobre la superficie limpia, la aplicación de pintura con brocha o equipo se podrá utilizar para completar la aplicación de pintura de acuerdo al sistema que se esté utilizando.



- **NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.
- **NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<b>PROCEDIMIENTO DE TOUCH UP Y PINTURA DE ACABADO PE.OPER.2012.PR.08</b>	Fecha: 10/06/2014 Revisión: 0 Página: 6 de 7
---	--	--

#### 6.4 APLICACIÓN DE LA CAPA FINAL DE PINTURA

- La capa final de pintura podrá ser aplicada después de completado y aceptado el touch Up del tanque.
- El sistema de pintura a utilizar será de acuerdo a la especificación técnica del proyecto.
- La superficie deberá de estar limpia, sin señales de humo, golpes de arco, salpicaduras de soldadura, grasa, sales e imperfecciones en la superficie. De ser necesario se lavara con detergente biodegradable para retirar cualquier resto de grasa y/o aceite que aún se detecte.
- Antes y durante la aplicación de pintura, se deberá de tener presente las condiciones ambientales, la cual no deberá de exceder el 85% de humedad relativa o lo indicado en la hoja técnica del producto.
- La preparación de la mezcla, para pinturas de 2 o más componentes tendrán en consideración la relación de la mezcla dada por el fabricante, la mezcla deberá de ser homogénea y tendrá un tiempo de inducción de acuerdo a lo indicado en la hoja técnica del producto.
- Se recomienda filtrar la pintura antes de su aplicación.
- Antes de la aplicación se debe de controlar que la temperatura del metal base debe de ser al menos 3°C por encima del Punto de Rocio.
- Se debe de considerar el tiempo de repintado entre capas, porque poco tiempo puede afectar la evaporación de solventes y causar problemas, un largo tiempo también puede afectar la adherencia entre las capas de pintura.
- La inspección visual verificara la ausencia de agujeros (pin-holes) y otros defectos.
- Se verificara el espesor de la película seca de acuerdo al estándar SSPC-PA2.



- **NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.
- **NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

	<b>PROCEDIMIENTO DE TOUCH UP Y PINTURA DE ACABADO</b> <b>PE.OPER.2012.PR.08</b>	Fecha: 10/06/2014 Revisión: 0 Página: 7 de 7
---	--	--

### 6.5 REPORTE DE RESULTADOS

Culminada la inspección visual de pintura y toma de valores del espesor de pintura, el Inspector de Calidad emitirá el registro de la misma.

### 7. HISTORIAL DE CAMBIOS

Revisión	Descripción del cambio	Aprobado por (Cargo)	Fecha
0	Emitido para revisión del cliente	Gerente del Proyecto	10/06/2014



- **NOTA 1:** Es responsabilidad de los usuarios asegurarse de utilizar la revisión vigente.
- **NOTA 2:** Prohibida su reproducción y/o difusión parcial o total sin la autorización de la Gerencia General o de su representante.

## **5.22. Procedimiento de Radiografiado de Uniones Soldadas**



CLIENTE:  
HAUG S.A

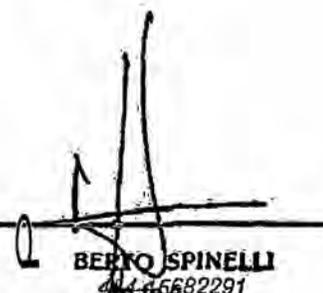
OBRA:  
PUEBLO VIEJO DOMINICANA

PROCEDIMIENTO PARA  
RADIOGRAFIADO  
DE UNIONES SOLDADAS



MASACILO G.  
III SNT 03-09

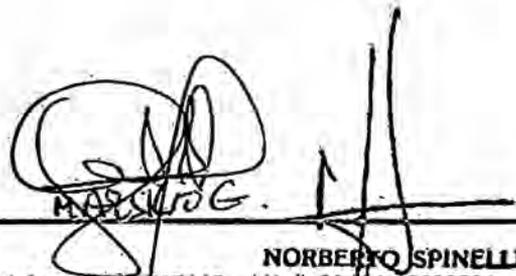
Página 1 de 15



BERTO SPINELLI  
4446682291

## Índice:

1. Objetivo.
2. Alcance.
3. Referencias Aplicables.
4. Personal.
5. Equipos y Materiales.
6. Condiciones de la Superficie.
7. Procedimientos de Examen.
8. Variables de Evaluación de las Películas.
9. Presentación de las Películas Radiográficas/Gammagráficas.
10. Contenido de la Documentación.
11. Criterios de Aceptación.
12. Evaluación Final.
13. Retención de Documentos.
14. Protección contra la Radiación.



MARCELO G.



## 1- Objetivo.-

### Ensayos de Gammagrafía en Cañerías

El objeto de esta especificación es describir los requisitos para la realización del examen radiográfico por Rx o Rayos gamma en uniones soldadas, de acuerdo con el Código ASME Sección V Artículo 2 y Artículo 22 (edición y adenda vigente), siendo norma de referencia para criterio de aceptación la Sección VIII-Div.1 (última edición vigente) del Código ASME.

Esta especificación abarca las clases de material a ser inspeccionado, técnicas radiográficas a emplear, método de selección, procesamiento, evaluación / almacenamiento de la película radiográfica y mantenimiento de los registros de inspección.

## 2- Alcance.-

La presente especificación es de aplicación en todos aquellos equipos, instalaciones o prefabricados a cuyas uniones soldadas se le deban realizar ensayos de este tipo, y que deban ser construidos, a través de personal propio de In.te.c, de acuerdo a los requerimientos del Código ASME - Sección VIII - Div. 1.

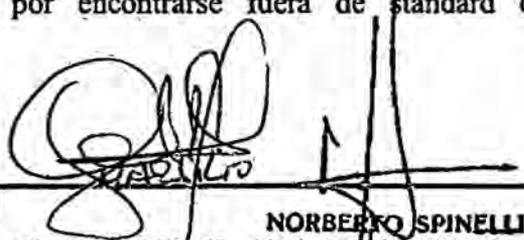
En el caso que el fabricante sea un tercero, el procedimiento a presentar para realización del ensayo, deberá basarse en los requerimientos de la presente especificación.

El radiografiado se realizará en el 100% de las uniones soldadas de la cañería a ensayar, prefabricados y/o instalaciones, salvo indicación particular para trabajos especiales.

El número y la cantidad de uniones soldadas se indicarán en cada caso en el Welding Map correspondiente, o en el pliego de especificaciones.

### NOTA

La obtención de una densidad dentro de los límites establecidos en 8.2 y una sensibilidad según 8.3, será una demostración satisfactoria del procedimiento utilizado. Si esto no fuera cumplido, como así también si la(s) placa(s) presenta(n) defectos inadmisibles (defectos de film, de procesado, marcas en la película que interfieran en la zona de interés, etc.), las mismas deberán ser repetidas a costo del proveedor de Ensayos No Destructivos (END) por encontrarse fuera de standard o de procedimiento.

  
NORBERTO SPINELLI



### 3- Referencias Aplicables

Del Código ASME:

- Sección V - Artículo 2.
- Sección V - Artículo 22 (Radiographic Standards).
- ASME VIII - Div. 1. (Criterios de Aplicación)
  
- SE- 94 - Standard Guide for Radiographic testing.
- SE- 142 - Standard Meted for controlling quality of Radiographic testing.
- SE - 747- Standard Meted for controlling quality of Radiographic testing using Wire Parameters.
- SE-999- Standard Guide for controlling the quality of Industrial Radiographic Film processing.
- SE-1025-Standard Practice for Hole Type Image Quality Indicators used for radiography.
- SE - 1079- Standard Practice for calibration of Transmisión densitometers.
- Normas de Seguridad- AR.10.1.1 ENREN.

### 4- Personal

El personal de ensayos no destructivos deberá estar calificado de acuerdo con la práctica recomendada para la calificación y certificación de examinadores de E.N.D. (N.D.T.), según norma IRAM-ISO 9712 ó SNT - TC 1ª.

El personal que evalúe las placas, interprete las indicaciones y firme el informe deberá ser Nivel II o III. Asimismo, los operadores de fuentes radioactivas deberán presentar los permisos individuales emitido por la Autoridad Regulatoria Nuclear de la República Argentina, para utilización de materiales radiactivos, como así también el permiso Institucional de la empresa competente

  
NORBERTO SPINELLI



## 5- Equipos y Materiales.-

### 5.1. Fuentes de radiación.

Equipo de Rayos X o Rayos gamma con Iridio 192.

El tamaño de la fuente se determinará según se indica en el punto T-260 de la Sección V - Artículo 2 del Código ASME.

### 5.2. Películas radiográficas

Se utilizarán películas radiográficas de tipo industrial (D7, salvo indicaciones en particular para trabajos especiales) de marcas reconocidas.

### 5.3. Procesado

El procesado de la película se realizará de cuerdo con el Standard SE-999.

### 5.4. Pantallas

Para radiación Gamma, en el caso Ir192 se utilizarán pantallas delanteras y traseras de por lo menos 0,127 mm.

Se utilizarán respaldos de plomo, si fuera necesario, para evitar la radiación dispersa.

Todas las pantallas deberán ser manipuladas cuidadosamente evitando marcas, rayas, suciedad y grasitud.

Se marcarán las pantallas en una esquina con cuño numérico, el cual servirá par la fácil trazabilidad y detección de una pantalla cuando se encuentre deteriorada.

La suciedad y la grasitud pueden ser removidas delas pantallas con un solvente.

### 5.5. Indicadores de Calidad de Imagen (ICI)

Serán utilizados ICI hilos debiendo cumplir en sus formas, dimensiones y tolerancias con lo especificado en la Norma SE 747.

### 5.6. Equipo para observar radiografías

El equipo utilizado para realizar la interpretación de las radiografías deberá proveer luz suficiente para observar los ICI correctamente.

Deberá poseer alta intensidad de iluminación para visualizar películas con densidades de 3,5 a 4.

No deberá producir reflexiones molestas o sombras sobre las radiografías.

Se podrán utilizar máscaras para excluir toda luz extraña hacia los ojos proveniente del iluminador, cuando se estén visualizando radiografías más pequeñas que la ventana del iluminador, o cubiertas con zonas de baja densidad.

### 5.7. Densitómetros

El densitómetro será calibrado de acuerdo con los requerimientos del punto 5 del standard SE- 1079.

Los densitómetros deberán ser verificados, previamente a su utilización, por comparación con una gradilla patrón que responda a lo indicado en 5.1.1 del Standard SE-1079.





## 6- Condiciones de la Superficie

La superficie de la unión soldada y la zona afectada por el calor (ZAC) deberán estar libres de todo vestigio de escoria, exigencia que en caso de no cumplir es causal de rechazo de las radiografías/gammagrafías efectuadas.

Las ondulaciones e irregularidades de las soldaduras ya sean sobre el lado interior o exterior deberán ser removidas en la medida que las mismas interfieran en una correcta interpretación de las radiografías.

Antes de proceder al radiografiado, el Inspector de Obra asignado de *In.te.c*, realizará una inspección visual para detectar defectos superficiales (Socavaduras, sobre espesor, excesivo, rechupes, etc.) que deban ser corregidos antes de sacar las radiografías.

La superficie terminada en todas las juntas soldadas a tope puede estar a nivel del material base, o tener un sobre espesor relativamente uniforme que no exceda el especificado en la sección del código utilizado como referencia, o en la especificación del procedimiento de soldadura utilizado. En caso de discrepancias, se utilizará el valor sobre espesor más exigente ambas.

## 7- Procedimiento de Exámen

### 7.1. Técnica radiográfica

#### 7.1.1. Técnica doble pared (Figura 1)

Puede ser usada una de las dos variantes de la técnica de doble pared, descriptas a continuación.

##### a) Evaluación simple imagen:

Para materiales y soldadura en componentes se puede utilizar la técnica en que la radiación atraviesa las dos paredes, estando la soldadura a evaluar para su aceptación, ubicada en la pared más cercana a la película. Se deben realizar el número de exposiciones necesarias para demostrar que se obtiene el radiografiado requerido de la soldadura. Cuando se requiere cubrir completamente una soldadura circunferencial se deben realizar al menos tres exposiciones a 120° una de otra.

##### b) Evaluación doble imagen:

Para materiales y soldaduras en componentes de 3,5 pulgadas o menos de diámetro externo, se puede utilizar la técnica en donde la radiación atraviesa dos paredes y ambas son observadas para su evaluación en la misma película.

Para evaluación a doble imagen debe ser utilizado un solo indicador de calidad de imagen del lado de la fuente.

Se debe cuidar de no exceder las exigencias de penumbra geométrica, las que en caso de no ser cumplidas deberán ser evaluadas a simple imagen según 7.1.1.a

Para uniones soldadas:

b-1) El haz de radiación principal se debe desplazar a un lado del plano de la soldadura con el fin de separar adecuadamente (como mínimo la separación libre entre cordones deberá ser del ancho del cordón) las partes de soldaduras lado fuente y lado película, para que no existan superposiciones en las áreas a evaluar. A no ser que por motivos debidamente justificados no se requiera cubrir





totalmente la soldadura, caso que *in.te.c* especificará expresamente, se deberá cubrir totalmente la soldadura obteniendo como mínimo, dos exposiciones a 90° una de otra.

Se adjuntará con el informe un esquema con la ubicación relativa de la fuente, la marcación y la orientación de radiación, a fin de poder determinar sobre la radiografía cual es la parte de la soldadura orientada hacia la fuente y hacia la película.

b-2) Se deberán realizar exposiciones adicionales si el requerimiento mínimo de b-1 no puede ser asegurado.

### 7.2. Tiempos de Exposición.

Para el cálculo de tiempos de exposición se debe hacer uso de los diagramas de exposición que son provistos por los fabricantes de películas radiográficas pero que también pueden ser preparados por el propio operador.

Para rayos X los diagramas de exposición llevan en abscisas los espesores de material y en ordenadas la exposición en "miliamper - minutos" y como parámetro de cada curva el kilovoltage de operación. En el diagrama figura además el tipo de película, distancia fuente-film, material, pantallas usadas, procesado y densidad de la radiografía.

Para el caso de rayos gamma corresponde un diagrama para el radioisótopo Ir<sub>192</sub>. En dicho diagrama se lleva en ordenadas la exposición en curie-hora y en abscisas el espesor. Los parámetros de las distintas curvas pueden corresponder a distintas distancias o bien a distintas películas. Se dan además todas las condiciones de la radiografía (pantallas, procesado, densidad, etc.).

### 7.3. Dirección de radiación

la dirección del haz central de radiación estará centrada sobre el área de interés, siempre que sea posible, salvo lo especificado en 7.1.1.b

### 7.4. Penumbra geométrica

Se determinará con la expresión:

$$U_g = \frac{F \cdot d}{D}$$

(Figura 2)

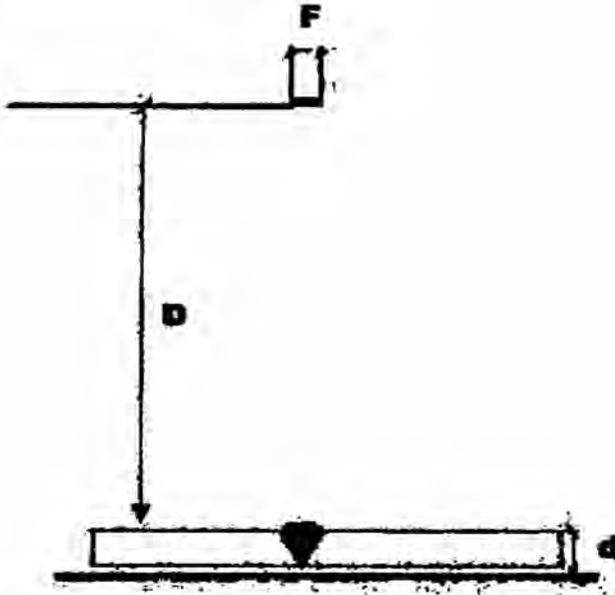
Donde:

U<sub>g</sub>: Penumbra geométrica (mm).

F: tamaño del foco (mm).

D: Distancia desde la fuente de radicación a la soldadura (cara del lado fuente).

d: Distancia (desde la cara del lado fuente) de la soldadura a la película radiográfica ó chasis (mm).



**Figura 2**

#### 7.4.1. Valores de penumbras geométricas.

Para espesores de material menor a 50 mm, la penumbra geométrica deberá ser menor o igual a 0,51 mm.

#### 7.5. Localización e identificación.

Las marcas de localización o posición de la radiografía se colocarán adyacentes a la soldadura en la zona que ha de ser radiografiada. De modo que las mismas aparezcan como imagen sobre la película. Estas marcas se colocarán sobre la pieza a examinar, a efectos de tener una evidencia de cubrir en forma completa las zonas de interés. La localización de las marcas se realizará de acuerdo con la figura T 275 (ver art. 2 Secc. V). Ver Figuras 3 (a y b) de este procedimiento.

Las marcas de posición serán colocadas en la parte a ser examinada y no adentro del chasis. La ubicación exacta de la posición será marcada (con marcador con tinta indeleble) en la pieza a ser examinada, de manera que permita encontrar exactamente un área de interés en la pieza durante la inspección radiográfica, de acuerdo a los requerimientos de *in.te.c.*

Las marcaciones serán también utilizadas para identificar con exactitud zonas con defectos en las piezas bajo examen. Una suficiente cantidad de marcas debe ser hecha para mostrar evidencia de la cantidad de radiografías realizadas, y que el solapamiento entre placas es el correcto.

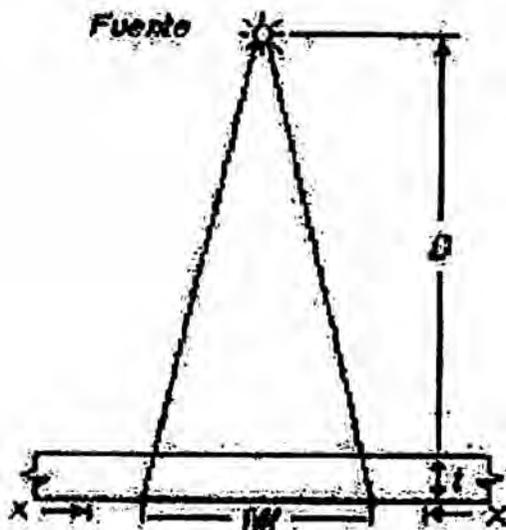


Figura 3-a

Alternativas de identificación del lado de la fuente para soldaduras planas ó longitudinales

$$X = (t/D)(Mf/2)$$

Donde:

X= Cubrimiento adicional requerido en pulgadas desde las marcaciones del lado film.

t= Espesor.

Mf= Intervalo indicadores del lado film en pulgadas.

D= Distancia desde la fuente al film en pulgadas.

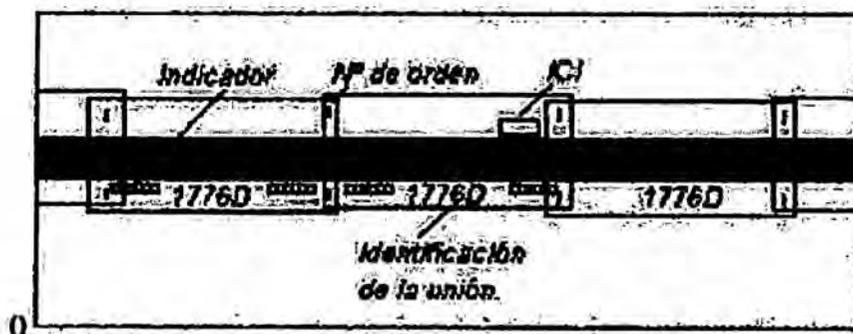
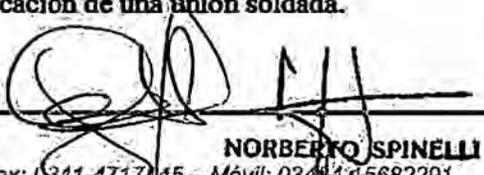


Figura 3-b

Disposición de las marcas para la identificación de una unión soldada.





Las partes deben quedar identificadas y deben poseer el número de parte, número de sección o ambos. Esto debe hacerse empleando un marcador con tinta indeleble. En todos los casos la parte marcada no debe removerse debido a los sucesivos pasos de fabricación, hasta tanto la unión soldada se encuentre liberada.

Donde el marcado no es permitido por alguna razón, un dibujo del punto de referencia o de la posición de disparo es recomendado. El método de marcación deberá ser aceptado por la Inspección de la obra

En caso de no poder colocarse las marcas e identificaciones de acuerdo a lo descripto, se realizará un plano de Relevamiento de marcas que se adjuntará a las radiografías y al informe.

### IMPORTANTE

Las identificaciones en ningún caso deberán aparecer sobre las zonas de evaluación.

Adicionalmente a la marcación de posición indicada anteriormente, cada película se identificará como mínimo con:

- a) Nombre de fabricante o símbolo de identificación.
- b) Número del plano del tramo o del Welding Map.
- c) Nombre del equipo, ó número de Proyecto.
- d) Número de identificación de la unión soldada en concordancia con el Welding Map.
- e) Fecha de la radiografía.
- f) Letra "R" si fuera reparación con un número al lado identificando N° de reparación.
- g) Letras "Rs" en caso que se deba repetir la placa por presentar defectos inadmisibles (defectos de film, de procesado, marcas en la película que interfieran en la zona de interés, etc.).

En ningún caso estas identificaciones estarán sobre el área de interés y estos datos deberán repetirse en el informe radiográfico.

### 7.6. Selección del indicador de calidad de imagen.

La designación del ICI o hilo esencial se establece en los párrafos del Código ASME V ART. 2 (T-233.2 / T-276 / T-276.2 (a) ). Adicionalmente se muestra Tabla 1 de este procedimiento.

#### 7.6.1. Soldaduras con y sin refuerzos.

El espesor en el que está basado el ICI es el espesor de pared nominal simple más el sobreepesor máximo de soldadura permitido por el Código de Fabricación. Los anillos de respaldo no son considerados para determinar el ICI.

#### 7.6.2. Ubicación de los Indicadores de Calidad de Imagen (ICI)

7.6.2.1. El ICI será colocado del lado más cercano a la fuente de radicación; cuando esto no sea factible, se ubicará del lado de la película con una letra de plomo F en forma adyacente al ICI.

#### 7.6.2.2. Ubicación del ICI de hilos o alambres.

Los indicadores de calidad de imagen (ICI) serán ubicados en la soldadura, de tal manera que los hilos estén colocados en forma perpendicular al eje del cordón de soldadura.

Los números de identificación y la letra "F" (cuando sean usadas), no estarán en el área de interés.



TABLA I  
 ESPESOR DE MATERIAL Y DESIGNACIONES DE ALAMBRES

para Simple Pared (mm)	Indicadores de Calidad de Imagen			
	Lado Fuente		Lado Película	
	Designación	Diámetro del Alambre (mm)	Designación	Diámetro del Alambre (mm)
$e < 6,35$	5	0,2	4	0,16
$6,35 < e < 9,52$	6	0,25	5	0,2
$9,52 < e < 12,7$	7	0,33	6	0,25
$12,7 < e < 19,05$	8	0,4	7	0,33
$19,05 < e < 25,4$	9	0,51	8	0,4
$25,4 < e < 38,1$	10	0,64	9	0,51

TIPOS Y TAMAÑOS DE ICI DE HILOS

Juego A		Juego B	
Designación	Diámetro del Alambre (mm)	Designación	Diámetro del Alambre (mm)
1	0,08	6	0,25
2	0,1	7	0,33
3	0,13	8	0,4
4	0,16	9	0,51
5	0,2	10	0,64
6	0,25	11	0,81

### 7.7. Número de Indicadores de Calidad de Imagen.

7.7.1. Cuando se utiliza más de una película por exposición, aparecerá en cada película una imagen del indicador, excepto cuando la fuente se coloca en el eje del objeto y se radiografía toda la circunferencia utilizando en este caso al menos tres ICI espaciados  $120^\circ$  uno de otro. En exposiciones panorámicas donde se quiere examinar la circunferencia y la parte de unión con soldaduras longitudinales, se utilizarán al menos tres ICI para la circunferencial y un ICI para cada radiografía longitudinal, ubicándolo lo más alejado posible de la circunferencial.

### 7.7.2. ICI Múltiples

Si para satisfacer los requerimientos de densidad del T-282, se necesita más de un penetrámetro, uno será el representativo de la zona más clara de interés y el otro del área más oscura de interés; las densidades intermedias en la radiografía serán consideradas como de densidad aceptable.

7.7.3. Cuando alguna de las películas obtenidas de acuerdo al presente procedimiento no exhiban el ICI, o no se pueda observar el/los hilo/s que corresponda/n, las películas deberán ser repetidas debiendo observarse el hilo del ICI correspondiente.



### NOTA IMPORTANTE

En caso que sea necesario utilizar otra técnica radiográfica, la propuesta deberá ser representada al Sector Control de *in.te.c* para su evaluación y aceptación.

## 8. Variables de Evaluación de las Películas

### 8.1. Calidad de las radiografías

Todas las radiografías deberán estar libres de defectos mecánicos, químicos o de proceso que puedan interferir en la interpretación de alguna discontinuidad, tales como:

- Niebla o velo,
- Defectos de proceso, como rayas marcas de agua o químicos,
- Raspaduras, marcas de dedos, suciedad, estáticas, desgarros, etc,
- Pérdidas de detalle debido a pobre contacto de la pantalla con la película,
- Falsas indicaciones por pantallas defectuosas o defectos de la película.

La aparición de cualquiera de estas indicaciones serán causales de rechazo de la película obtenida.

#### IMPORTANTE

En caso que alguna indicación menor (fuera de las descriptas) apareciera en la película, dicha indicación deberá estar fuera de la zona de evaluación, y se deberá mencionar este hecho en el informe.

### 8.2. Densidad radiográfica

#### 8.2.1. Límites de la densidad.

La densidad será determinada por medición con un densitómetro, el cual deberá cumplir con lo estipulado en el punto 5.7.

**La densidad de la película transmitida a través de la imagen radiográfica del cuerpo del ICI apropiado, en la adyacencia del hilo correspondiente y el área de interés, deberá ser como mínimo 2 y como máximo 4 para las obtenidas con Rayos gamma**

La densidad de cada película cuando se observan varias películas superpuestas entre sí, en las exposiciones múltiples será de 1,5. La densidad máxima será de 3,5 ya sea para película simple o compuesta.

Se admite una tolerancia entre las lecturas del densitómetro de 0.05 .

#### 8.2.2. Variación de densidad

a) Si la densidad en el área de interés varía por debajo del 15% del mínimo o por encima del 30% del máximo de los valores definidos como admisibles (mínimo y máximo) en el punto 8.2.1., el cual será medido en las zonas adyacentes al ICI de hilos, deberá repetirse la radiografía/gammagrafía, colocándose un ICI adicional para cada área de interés que caiga fuera de las cotas establecidas en la película original. Cuando se realiza el cálculo de la variación de densidad admisible el mínimo puede ser redondeado en 0,1 al valor más próximo.



### 8.3. Sensibilidad

Las radiografías deberán ser realizadas con la técnica apropiada que permita obtener la sensibilidad suficiente, verificándose la misma al observar en la imagen radiográfica y sobre el área de interés, el hilo correspondiente (de acuerdo tabla T 276).

### 8.4. Radiación dispersa.

Con el objeto de detectar radiación dispersa que por reflexión incida sobre las películas radiográficas, se colocará una letra B de plomo adosada a la parte posterior de cada chasis. Cuando se usen respaldos de plomo, la letra se colocará entre el chasis y el respaldo.

Las dimensiones de la letra serán como mínimo de 13 mm de alto por 1,6 mm de espesor. En caso de observarse la misma en forma clara sobre fondo oscuro en la película implica que se requiere una protección mayor, siendo la radiografía inaceptable. Una imagen oscura de la B sobre fondo claro no es causa de rechazo.

### 8.5. Interpretación con doble película

La interpretación de la radiografía tomada con la técnica de doble película, será realizada con ambas películas superpuestas. Sin embargo cuando el componente que está siendo radiografiado, tiene áreas con variaciones de espesores, puede ser necesario y está permitido interpretar a simple película.

## 9. Presentación de las Películas Radiográficas/Gammagráficas

Las películas radiográficas/gammagráficas deberán ser preparadas en juegos por cada unión soldada.

Cada juego de película deberá estar ensobrado por separado (el sobre podrá ser un papel plegado con las medidas de las películas, que cubra totalmente las mismas), colocando separadores de papel de bajo gramaje entre cada película.

El sobre que contendrá el juego de películas de cada unión soldada deberá contener en su frente los datos básicos descriptos en el punto 7.5.

## 10. Contenido de la documentación.

10.1. Con el propósito de interpretar correctamente las radiografías obtenidas, se detallará completamente la técnica de examen radiográfico/gammagráfico utilizada acompañando cada grupo de radiografías como mínimo con los siguientes datos:

- a) Identificación de trabajo
- b) Cuando sea aplicable T 275-3, el dato específico
- c) Número de exposiciones
- d) Isótopo o máximo voltaje utilizado
- e) Tamaño de foco
- f) Tipo de material y rango de espesores
- g) Distancia Fuente-película mínima
- h) Número de películas por chasis



NORBERTO SPINELLI



- i) Tipo de película radiográfica
- j) Pantallas utilizadas
- k) Exposición simple o doble pared
- l) Exposición simple o doble imagen.

**10.2.** Se colocará toda la información del ensayo radiográfico en la planilla de informes de Ensayos radiográficos de soldaduras. En esta planilla se registrará la interpretación y evaluación de las placas radiográficas obtenidas con las técnicas aplicadas, de acuerdo al punto 7 del presente procedimiento. Asimismo, se presentará en la primera hoja del informe, los datos de la obra, de acuerdo al listado descrito en el punto 7.5.

## 11. Criterio de Aceptación.

Los criterios de aceptación serán los indicados por el código ASME VIII -Div. 1, o por alguna especificación en particular si existiera para esa obra, detallando en el informe todas las indicaciones que aparezcan en la película, sean estos aceptables o no para el Código o especificación mencionado.

## 12. Evaluación

Para el caso de obras ejecutadas por el personal de *in.te.c*, las radiografías deben ser examinadas e interpretadas por un Evaluador Calificado Nivel II o III como mínimo, según el criterio de evaluación de la Sección del Código correspondiente.

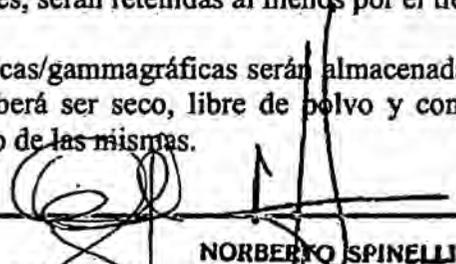
Para el caso de trabajos realizados por terceros, ya sean fabricantes o contratistas, éstos deberán analizar la interpretación de cada radiografía/Gammagrafía presentada por el Evaluador Calificado y tomar la decisión de aceptación o rechazo de cada unión del material examinado, la cual deberá constar en el formulario o informe de ensayo correspondiente. Dicho formulario o informe deberá formar parte de la documentación presentada a la Inspección de Obras de *in.te.c*

El Inspector de Obras asignado o el Responsable del Sector de *in.te.c* que actúe como fabricante, según corresponda, deberá evaluar en todos los casos las placas, a fin de cotejar los resultados presentados en el informe de ensayo, quienes determinarán la aceptación final de la unión soldada. El Sector Control de Calidad de *in.te.c* asistirá al personal mencionado para casos particulares, en los cuales surjan dudas respecto a la decisión final de aceptación de la unión soldada.

## 13. Retención de documentos.

Las radiografías, junto con los informes correspondientes, serán retenidas al menos por el tiempo indicado en la Sección aplicable del Código ASME.

Durante el tiempo de retención, las películas radiográficas/gammagráficas serán almacenadas en su ensobrado original en un lugar adecuado, el cual deberá ser seco, libre de polvo y con una temperatura entre 10 y 30°C, a efectos de evitar el deterioro de las mismas.





#### 14. Protección contra la radiación.

Será responsabilidad del operador de radiografía/Gammagrafia su propia seguridad y la del personal que pudiera encontrarse en las inmediaciones del lugar de ensayo, en base a las reglamentaciones vigentes de la ARN.

Se delimitará la zona de trabajo con cinta de seguridad y carteles indicadores de peligro, a efectos de evitar el paso de transeúntes, y dicha zona se delimitará monitoreando con el detector Geiger.

El vehículo que transporta la fuente debe ser exclusivo del personal radiológico y poseerá el logotipo de identificación del material radiactivo.

En todo momento se trabajará con un operador habilitado y un ayudante.

Los equipos a utilizar durante el ensayo, como así también las fuentes radiactivas correspondientes, estarán debidamente habilitadas y certificadas por el Ente Nacional Regulador Nuclear.

Como elementos básicos de protección radiológica el personal actuante deberá poseer un dosímetro de film de lectura mensual y/o un dosímetro tipo lapicera, de lectura inmediata.

  
NORBERTO SPINELLI

## CAPÍTULO VI

### EVALUACION TECNICO – ECONOMICO

#### 6.1. Costos de Calidad

Para realizar una correcta inspección del montaje de los Espesadores, todo personal involucrado debió ser capacitado en las inspecciones respectivas, las personas que pertenecen al Área de Aseguramiento y Control de Calidad deben de tener los conocimientos básicos de normas, códigos y estándares de calidad.

El área de Aseguramiento y Control de Calidad, realizó las inspecciones antes, durante y después de las actividades.

Esto se pudo medir por dos aspectos:

- Minimizar costos
- Maximizar la satisfacción del cliente

Existieron diversos factores que complicaron un buen trabajo de los Inspectores de Aseguramiento y Control de Calidad, lo cual impedía que se lleve de mejor forma las actividades, estos factores fueron:

- Resistencia al cambio
- Falta de entrenamiento y sensibilización hacia la calidad
- Directivos impacientes
- Rotación del personal
- Nivel educativo del personal
- Objetivos y planes mal definidos

Estos factores generaron trabajos de mala calidad, los cuales originaron costos o pérdidas que no estaban considerados por la empresa.

Una mala Gestión de Aseguramiento y Control de Calidad, pudo originar grandes pérdidas económicas a la empresa. Existieron Costos de Calidad que nos indican las etapas en las cuales debemos de cumplir y evitar pérdidas a la empresa.

Los Costos de Calidad fueron aquellos que le costaba a la empresa a desarrollar en función de la calidad, es decir, es lo que la empresa gastaba en fabricar, prevenir, inspeccionar y también lo que cuesta los fallos producidos.

Los Costos de Calidad, fueron la suma de los Costos Operativos de la Calidad y los Costos del Aseguramiento de la Calidad, que se relacionan específicamente con el logro o no del producto o con la calidad del servicio.

Los Costos de Calidad, no siempre se pueden medir o son difíciles de asignar a una categoría, estos pueden ser:

- Costos de Prevención
- Costos de Evaluación
- Costos de Fallos

### **6.1.1. Costos de Prevención**

Son los costos de todas las actividades realizadas específicamente para evitar la mala calidad de los productos o servicios, es decir, fueron aquellos gastos realizados para evitar que se cometan errores.

Entre ellos se puede mencionar:

- Revisión de productos
- Planificación de la calidad
- Costo de funcionamiento del departamento de Aseguramiento y Control de Calidad
- Auditorías del Sistema de Calidad
- Evaluación de proveedores
- Formación para la calidad

### **6.1.2. Costos de Evaluación**

Son costos que se llevaron a cabo para medir, verificar y evaluar para determinar si una actividad se realiza correctamente.

Las empresas presentan Costos de Evaluación para identificar productos defectuosos y asegurarse que todas las unidades cumplen o exceden los requisitos del cliente.

Entre ellos se puede mencionar:

- Inspección en recepción y origen
- Calificaciones y certificaciones externas
- Inspección durante el proceso
- Inspección final
- Mantenimiento y calibración de equipos

### **6.1.3. Costos de Fallos**

Son aquellos costos generados por productos o servicios no conformes con los requisitos o necesidades del cliente.

Los costos de Fallos se dividen en dos categorías:

- Costo de Fallo Interno
- Costo de Fallo Externo

#### **a) Costo de Fallo Interno**

Son aquellos costos incurridos por fallos que se descubren antes de que el producto o servicio llegue a manos del cliente.

Entre ellos se puede mencionar:

- Desperdicios debido a fallos, reparaciones o reprocesos
- Reinspecciones por fallos
- Reparación y reelaboración de operaciones
- Reducciones de precio por mala calidad

#### **b) Costo de Fallo Externo**

Son aquellos costos incurridos por fallos descubiertos después de la entrega al cliente del producto o servicio.

Entre ellos se puede mencionar:

- Gastos por reclamaciones o devoluciones
- Gastos por garantía
- Reducción de precio por mala calidad
- Devolución de productos
- Reprocesos
- Imagen negativa

En el proyecto, son los Costos de Fallos los más interesantes, ya que proporcionaron las mayores oportunidades de reducción de costos y de eliminación de causas de insatisfacción del cliente.

Los Costos de Evaluación suelen ser área de reducción, si se eliminan las causas de los fallos y por tanto se reduce la necesidad de las inspecciones.

Los Costos de Prevención interesan para poner al principio la escasa inversión que se realiza en actividades de este tipo.

En la actualidad, la mayoría de los clientes esperan calidad, generándoles molestia cuando no la reciben. El hecho de que un producto tenga garantía o no le cueste al cliente la reparación en caso de fallo, no significa que este no se sienta molesto y frustrado por el fallo, ya que de entrada se verá privado del servicio que presta el producto y por otra parte, en muchos casos tendrá que perder tiempo para que lo arreglen.

Una correcta identificación del Costo de Calidad, unido a las acciones de mejora, trajo como resultado, un menor costo de calidad, mayor trabajo de valor añadido para el cliente y recursos disponibles para otras actividades. Todos estos costos asociados a la Calidad, cuando no fueron llevados de forma ordenada originaron pérdidas en el desarrollo del Montaje del Espesador, debemos de recordar que la fabricación es realizada por otras empresas.

Existieron trabajos de no calidad o trabajos que no están de acuerdo al código o especificaciones, estos trabajos fueron reportados emitiendo en la mayoría de los casos un registro de No Conformidad (NCR), el cual se indicaba las acciones para corregir dicho trabajo.

Estos trabajos de No Calidad o reprocesos no fueron considerados por la empresa, lo cual origina una pérdida a la economía de la empresa ya sea por utilización de:

- Personal involucrado
- Equipos e instrumentos
- Materiales
- Tiempo

Estos trabajos de No Calidad, se pueden evitar mediante:

- Difusión del Plan de Calidad y Plan de Puntos de Inspección y Ensayos
- Capacitación al personal involucrado
- Inspecciones permanentes

## CONCLUSIÓN

De la experiencia obtenida en el proyecto "Pueblo Viejo" se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- No tener la documentación de Aseguramiento y Control de Calidad revisada y aprobada por la supervisión o cliente, puede originar retrasos en el inicio de los trabajos de montaje.
- No realizar un correcto seguimiento de la calibración de los equipos e instrumentos de calidad, conlleva a realizar una mala toma de datos y en consecuencia un mal trabajo.
- Reparaciones y reprocesos de los trabajos, generan retrasos en el avance de los trabajos y en consecuencia aumento de costos.
- Realizar una mala codificación de los soldadores en las juntas de soldadura, origina realizar una mala trazabilidad y una mala documentación.
- El área de Aseguramiento y Control de Calidad no es un área indiferente al área de Producción, por el contrario son áreas complementarias.
- La responsabilidad de cada uno de las personas involucradas es importante, debido a que es muy común que los diseños originales se modifiquen sin consultar.
- Trabajadores mal direccionados en sus labores, originan trabajos de mala calidad.
- Realizar un mal Aseguramiento y Control de Calidad, tienen como consecuencias el incumplimiento del cronograma establecido y originan costos que no están contemplados por la empresa.

## **RECOMENDACIÓN**

- Todo personal recién incorporado al proyecto (personal nuevo) debe de recibir charla de calidad.
- Revisar toda la documentación (Dossier de Calidad), antes de ser entregada a la supervisión o cliente para evitar que esta sea observada o rechazada.
- Es imprescindible difundir en todo personal involucrado el Plan de Calidad y el Plan de Puntos de Inspección y Ensayo (PIE).
- Debe existir una correcta comunicación entre las diferentes áreas del proyecto.
- Todo personal que participa en el proyecto debe de recibir charlas de calidad constantemente.
- Fomentar una cultura de calidad a todo el personal involucrado.

## REFERENCIAS

1. API 650, Welded Tanks for Oil Storage, Edición 12, Marzo 2013,  
Autor: American Petroleum Institute (API)
2. ASME V, Nondestructive Examination, Edición del 1 de Julio del 2010  
Autor: ASME International (ASME)
3. ASME VIII División 1, Rules for Construction Pressure Vessels,  
Edición del 1 de Julio del 2010  
Autor: ASME International (ASME)
4. ASME IX, Qualification Standar for Welding and Brazing  
Procedures, Welders, Brazers and Welding and Brazing Operators,  
Edicion del 1 de Julio del 2010  
Autor: ASME International (ASME)
5. Manual of Steel Construction, Segunda Edición,  
Autor: Amerian Institute of Steel Construction (AISC)
6. Manual del Soldador, Edición 21, Julio 2010  
Autor: German Hernández risco
7. Introducción a la Metalurgia de la Soldadura, Edición 7, Julio 2007  
Autor: Carlos Fosca
8. Sistemas de Gestión de Calidad, Conceptos y Vocabulario, ISO  
9000  
Autor: Comité Técnico ISO (ISO)
9. Sistema de Gestión de Calidad, Requisitos, ISO 9001, Edición  
Cuarta, Noviembre 2008.  
Autor: Comité Técnico ISO (ISO)
10. Manual de Calidad de Haug S.A., Edicion 8, Junio 2010  
Autor: Jefe del Sistema Integrado de Gestión  
[www.haug.com.pe](http://www.haug.com.pe)
11. Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento de Espesadores  
Autor: Empresa Outotec  
[www.outotec.com](http://www.outotec.com)
12. Manual de Instalación, Funcionamiento y Mantenimiento  
Autor: Bruce Mangum - Empresa FLSmith  
[www.flsmithdth.com](http://www.flsmithdth.com)

13. Manual de Servicio para Mordazas Camlock  
Autor: Columbus McKinnon Corporation  
[www.cmco.eu](http://www.cmco.eu)
14. AWS A5.1, Specification for Carbon Steel Electrodes for Shield Metal Arc Welding  
Autor: American Welding Society (AWS)
15. AWS A5.2, Specification for Carbon and Low Alloy Steel Rods for Oxyfuel Gas Welding  
Autor: American Welding Society (AWS)
16. ASTM A36, Standar Specification for Carbon Structural Steel  
Autor: American Society for Testing and Materials (ASTM)
17. ASTM A240, Standar Specification for Heat-Resisting Chromium-Nickel Stainless Steel Plat, Sheet and Strip for Pressure Vessels  
Autor: American Society for Testing and Materials (ASTM)
18. ASTM A53, Standar Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc Coated, Welded and Seamless  
Autor: American Society for Testing and Materials (ASTM)
19. ASTM A307, Standar Specification for Carbon Steel Bolts and Studs, 6000 PS Tensile Strenght  
Autor: American Society for Testing and Materials (ASTM)
20. ASTM A325, Standar Specification for Structural Bolts, Steel, Heat Trated  
Autor: American Society for Testing and Materials (ASTM)
21. ASTM A563, Standar Specification for Carbon Alloy Steel Nuts  
Autor: American Society for Testing and Materials (ASTM)
22. ASTM F436, Standar Specification for Hardened Steel Washer  
Autor: American Society for Testing and Materials (ASTM)

## INDICE Y FIGURAS

### Índice de Figuras

1. Personal de la Empresa Haug S.A.....	15
2. Partes del Espesador.....	25
3. Partes del Espesador.....	25
4. Ubicación del Proyecto "Pueblo Viejo".....	28
5. Medición de valores de ferrita a junta de soldadura en probeta para calificación de soldador.....	30
6. Valores de Ferrita tomadas en la soldadura para calificación del soldador.....	31
7. Mal almacenamiento de planchas de cilindro del Espesador.....	32
8. Cimentación del Espesador.....	33
9. Modelo de cómo se debe de instalar elementos de izaje en planchas de los Espesadores.....	34
10. Tipo de Mordaza Vertical.....	34
11. Tipo de Mordaza Horizontal.....	35
12. Ubicación de grúas para el montaje de la Columna Central.....	36
13. Ubicación final de la Columna Central.....	37
14. Montaje de Plataforma Central del Espesador.....	38
15. Diagrama del Camber del Puente.....	39
16. Ubicación de grúas para el montaje del Puente del Espesador.....	39
17. Montaje del Puente del Espesador.....	40
18. Montaje del Fondo del Espesador.....	41

19. Montaje del Fondo del Espesador terminado, en proceso de soldadura.....	41
20. Medida de los daños en el metal base de los Espesadores de material de Acero Estructural (A36).....	43
21. Armado de los anillos del cilindro del Espesador.....	43
22. Modelo de plantilla para medir deformaciones verticales de juntas de soldadura.....	47
23. Verificación de la curvatura del Anillo de Rigidez del Espesador.....	49
24. Corrección de la curvatura del Anillo de Rigidez del Espesador.....	49
25. Instalación de Canaleta de Rebose.....	50
26. Canaleta de Rebose soldadas al Cilindro del Espesador.....	51
27. Soldadura de Conexión en el Cilindro.....	52
28. Montaje del Feedwell del Espesador de Acero Inoxidable.....	53
29. Feedwell del Espesador de Acero Estructural (A36).....	53
30. Montaje de Tubería de Alimentación.....	54
31. Mecanismo de Movimiento del Espesador.....	55
32. Mecanismo de Elevación de Rastras del Espesador.....	55
33. Brazos de las Rastras del Espesador de Acero Estructural (A36).....	56
34. Brazos de las Rastras del Espesador de Acero Inoxidable.....	56
35. Aplicación de Líquidos Penetrantes en junta de soldadura horizontal.....	59
36. Detalle de junta de soldadura del Espesador con fondo de gravilla.....	60

37. Detalle de junta de soldadura del Espesador con fondo metálico.....	61
38. Defecto de junta de soldadura del cilindro del Espesador de Acero Estructural (A36).....	63
39. Medición del alineamiento en junta de soldadura horizontal.....	64
40. Distribución de placas radiográficas según API 650.....	66
41. Reparación de junta de soldadura rechazada por radiografía, tipo de defecto – Escoria.....	69
42. Modelo de placa Radiográfica.....	70
43. Prueba de Vacío al Fondo del Espesador de Acero Inoxidable.....	72
44. Prueba Hidrostática (Prueba de Estanqueidad).....	74
45. Verificación del Nivel de las planchas dentadas del Canal de Rebose (Launder).....	75
46. Lavado de la parte exterior del Espesador.....	77
47. Mala Inspección Visual de soldadura detectada durante el proceso de Pintura de Acabado del Interior del Espesador.....	77
48. Pintura de Acabado del interior del Espesador.....	78
49. Equipo de Prueba de Adherencia.....	79
50. Reparación de Pintura de Acabado debido a una mala Adherencia.....	79

## Índice de Tablas

1. Tolerancia de dimensiones del radio del Espesador en función del diámetro.....	48
2. Clasificación de tipos de Tintes Penetrantes y Métodos.....	58
3. Máximo espesor de refuerzo de soldadura o sobremonta.....	62

## **ANEXOS**

## PLANOS DEL ESPESADOR

## **CERTIFICACIONES DEL PERSONAL**



[www.cetreperu.com](http://www.cetreperu.com)

This Certificate attests that

## MARIO SANCHEZ PINTADO

Has been examined and satisfactory completed the requirements on the subject of:

### VISUAL TESTING LEVEL II

General: 75% Specific: 80% Practical: 90% Composite Score: 82%

N° MSP011-VT/14

### According to SNT-TC-1A-2011 Edition

This certificate is issued as evidence that the required examination; General, Specific and Practical has been satisfactory completed and the Certification in accordance with employer certification procedure shall be completed when the candidate has accredited Visual acuity examination and additional requirements of this practice are met.

In witness whereof we have affixed our hand and seal

Issue Date: March 05, 2014

Expiration Date: March 05, 2019

This certificate is non-transferable and shall remain in force as long as the above named employee remains active in the method certified employed by HAUG S.A.

**Miguel N. Cotrado**  
ASNT NDT Level III  
N° 197846

Miguel N Cotrado  
ASNT NDT LEVEL III  
Cert. N° 197846

**CETRE PERU S.A.C.**  
PATRICIA CAROLL TAPIA NEYRA  
GERENTE GENERAL

General Manager



www.iccsudameris.org

*This Certification is intended for exclusive use on behalf of the Employer. According with Recommended Practice ASNT-TC-1A, the contract employer's certification will remain valid only for the period of the contract. The employer's certification shall be deemed revoked when contract is terminated.*

Be known that in accordance to the documentation provided to this agency and the examination scores below

**MARIO SANCHEZ PINTADO**

Has meet the established written and published requirements of ASNT SNT-TC-1A 2011 for Level II (limited) in

**PT - PENETRANT TESTING - WELDS**

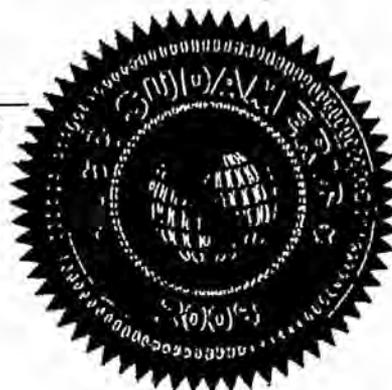
EXAMINATION	SCORE	ADMINISTERED BY	DATE
GENERAL	82.5%	AM. Hernández	MAR - 07- 14
SPECIFIC	85.0%	AM. Hernández	MAR - 07- 14
PRACTICAL	98.5.0%	A.M. Hernández	MAR - 07- 14
COMPOSITE SCORE	88.7%		

REQUIRED EXPERIENCE	MEETS
FORMAL TRAINING	MEETS
VISUAL ACUITY EXAM	MEETS
CERTIFICATION NUMBER	CI20510PT
VALID DATE	MAR - 07- 14
EXPIRATION DATE	MAR - 07- 19

This certificate is issued as evidence that the required examinations; General, Practical and Specific has been satisfactory completed and the Certification in accordance with Employer's HAUG S.A has been completed.

  
 Arturo M. Hernández  
 ASNT Level III PT/RT/UT/MT/VT  
 Cert. N° 97444

Manager, Certification Programs



  
 Administrative Director

## RELACION DE SOLDADORES



**MONTAJE DE ESPESORES EN TERRENO  
RELACION DE SOLDADORES**

Item	Código de Soldador	Nombre del Soldador	DNI / CEDULA	ACERO AL CARBONO												ACERO INOXIDABLE								
				SMAW			FCAW		FCAW - GULLCO			SMAW			FCAW			FCAW - GULLCO						
				WPS-271	WPS-263	WPS-253	WPS-303	WPS-210	WPS-087	WPS-063.1	WPS-063	WPS-012.1	WPS-12	WPS-052.1	WPS-057.1	WPS-057.2	WPS-057.3	WPS-058.3	WPS-058.1	WPS-058.2	WPS-058.4	WPS-014.1	WPS-014	
1	HFC-320	Hanco Zea, Wilber Paul	42894655	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓										✓
2	HFC-323	Monja Soploupuco, Pascual	16784784	✓						✓	✓	✓	✓	✓										
3	HFC-004	Canchano Solis Angel F.	32773821	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓			
4	HFC-097	Ochoa Muñoz Luis	07044564	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
5	HFC-477	Soria Sinarahua Manuel	43219502	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
6	HFC-480	Vasquez Velasquez Carlos	45169321	✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
7	HFC-481	Medina Narvaez Teofilo Cesar	44164792	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
8	HFC-479	Coronado Olivera Gastelo	42919401	✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
9	HFC-482	Colorado Gallardo Alfredo	40389233	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
10	HFC-200	Medina Otarola Feliciano	07038181	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
11	HFC-345	Flores Tahua Felix	07280332	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
12	HFC-478	Arias Miranda Pedro Luis	41188138	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
13	HFC-098	Arango Jose Rocky	41127655	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
14	HFC-123	Juarez Ramos José Luis	40790836	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
15	HFC-424	Espinoza Ramos Anibal Sixto	41832013	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
16	HFC-485	Guerrero Chavez Jose Alberto	40073494	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
17	HFC-484	Quispe Gonzales Mario	41076744	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
18	HFC-063	Gastelo Sligado Ricardo	16518465	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
19	HFC-171	Valladares Ortega Pascual	08611274	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
20	HFC-013	Solis Imbarren John	25842791	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓



## **RELACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN**

## MONTAJE DE ESPESADORES EN TERRENO RELACION DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICION

Item N°	Código	Instrumento	Características del Instrumento	Marca	Modelo	Serie	N° Certificado	Fecha de Calibración	Frecuencia de Calibración	Siguiente Calibración	Calibrado por
1	ENOG 1010	Nivel Optico	Manual	Pentax	AP-281	203585	—	23/05/2011	Semestral	23/11/2011	Talleres Duran Capellan
2	ENOG 1011	Nivel Optico	Manual	Topcon	AT-B4	N28898	—	02/06/2011	Semestral	02/12/2011	Casa del Agrimensor
3	EETE 1001	Estacion Total	ELECTRONICO	Pentax	V-227N	876732	09-0553	31/08/2009	Semestral	27/02/2010	Geo Service
4	EETE 1002	Estacion Total	ELECTRONICO	Stonex Surveying	STS 2RP	505329SD 1186	—	26/05/2011	Semestral	22/11/2011	Talleres Duran Capellan
5	ETIM 1008	Termómetro Infrarojo	Infrarojo digital (-30 a 500°C) e=0.95	Fluke	Fluke 62	No Indica	CTU-231-2009	05/09/2009	Anual	05/09/2010	Unimetro
6	ETIM 1009	Termómetro Infrarojo	Infrarojo digital (-30 a 500°C) e=0.95	Fluke	Fluke 62	99611595	C000028055	11/05/2010	Anual	11/05/2011	Phoenix
7	EPAD 1030	Pinza amperimétrica	0-600VV 2500mm 0-600 AA 0-6000 -10 to 50°C	Fluke	336	99940545	9-814	01/09/2009	Anual	01/09/2010	—
8	EPAD 1032	Pinza amperimétrica	0-600VV 2500mm 0-600 AA 0-6000 -10 to 50°C	Fluke	336	99940170	C000028054	11/05/2010	Anual	11/05/2011	Phoenix
9	ECMM 1056	Calibrador Pie de Rey	Tipo de Indicación Analógica, Rango 0-150mm, Lectura 0.05	Mitutoyo	No Indica	08823209	1538/2009	07/09/2009	Anual	07/09/2010	—
10	EMMA 1146	Manometro	Dial de 2 1/2" Caja de Acero Inoxidable C/Glicerina, Rango (0 - 30 PSI)	Nuova Fima	K11.6	NSN	C000030962	15/09/2010	Semestral	14/03/2011	Garlas Control S.A.
11	EMMA 1147	Manometro	Dial de 2 1/2" Caja de Acero Inoxidable C/Glicerina, Rango (0 - 30 PSI)	Nuova Fima	NMN	NMN	C000030309	18/08/2010	Semestral	14/02/2011	Garlas Control S.A.
12	EMMA 1148	Manometro	Dial de 2 1/2" Caja de Acero Inoxidable C/Glicerina, Rango (0 - 30 PSI)	WIKA	NMN	NMN	C000030963	15/09/2010	Semestral	14/03/2011	Garlas Control S.A.
13	EVAA 1020	Vacuometro	Vacuometro de Deformacion Elastica Rango -0 a -30 InHg	NMN	NMN	No Indica	09-187	11/05/2010	Semestral	07/11/2010	Garlas Control S.A.
14	EVAA 1021	Vacuometro	Vacuometro de Deformacion Elastica	DYNAMICS	NMN	No Indica	C000031026	16/09/2010	Semestral	15/03/2011	Phoenix

## MONTAJE DE ESPESADORES EN TERRENO RELACION DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICION

Item N°	Código	Instrumento	Características del Instrumento	Marca	Modelo	Serie	N° Certificado	Fecha de Calibración	Frecuencia de Calibración	Siguiente Calibración	Calibrado por
15	EVAA 1022	Vacuometro	Vacuometro de Deformacion Elastica Rango -0 a -30 InHg	WIKA	NMN	NMN	C000037688	31/05/2011	Semestral	27/11/2011	Phoenix
16	EMGB 1003	Bridge Cam Gage	Medidor de Cateto de Soldadura, Division Minima 1mm (1/16pulg)	G.A.L. Gage CO.	No Indica	No Indica	CL-146-2009	12/03/2009	Anual	08/09/2009	Metroil
17	EMGB 1016	Bridge Cam Gage	Medidor de Cateto de Soldadura, Division Minima 1mm (1/16pulg)	G.A.L. Gage CO.	Bridge Cam Gage	BC-3666	C000031202	21/09/2010	Anual	21/09/2011	Phoenix
18	EMGB 1017	Bridge Cam Gage	Medidor de Cateto de Soldadura, Division Minima 1mm (1/16pulg)	G.A.L. Gage CO.	Bridge Cam Gage	BC-3653	ILU-006-2009	07/09/2009	Anual	07/09/2010	Unimetro
19	EMTM 1010	Psicrometro	Psicrometro, Rango -5°C a 50°C, Division minima 1°C	Elcometer	No Indica	No Indica	C000028053	11/05/2010	Anual	11/05/2011	Phoenix
20	EMTM 1011	Psicrometro	Psicrometro, Rango -5°C a 50°C, Division minima 1°C	Bacharac	No Indica	No Indica	CTU-037-2010	08/03/2010	Anual	08/03/2011	Unimetro
21	EMTM 1012	Psicrometro	Psicrometro, Rango -5°C a 50°C, Division minima 1°C	Bacharac	K-101748	No Indica	CTU-038-2010	08/03/2010	Anual	08/03/2011	Unimetro
22	EMPD 1022	Positector 6000 - Coating Thickness Instrument	Medidor de Espesor de Pintura	Defelsko Corporatio	Positector 6000 F2	632985	C000028051	11/05/2010	Anual	11/05/2011	Phoenix
23	EMPD 1025	Positector 6000 - Coating Thickness Instrument	Medidor de Espesor de Pintura	Defelsko Corporatio	Positector 6000 F2	635507	C000037684	31/05/2011	Anual	30/05/2012	Phoenix
24	ETTM 1026	Torquimetro	Torquimetro Rango 100 a 600 ft-lb	CDI Torque Products	6004MFRMH	0709091040	C000031203	21/09/2010	Semestral	20/03/2011	Phoenix
25	ETTM 1028	Torquimetro	Torquimetro Rango 25 - 250 ft-lb	KD Tools	NMN	5081116084	C000037687	31/05/2011	Semestral	27/11/2011	Phoenix
26	EMEA 1004	Rugosimetro	Dial Thickness Gage Range 0-1mm	Mitutoyo	7326 STEX2	LEG881	508542-1	19/10/2009	Anual	19/10/2010	Mitutoyo
27	EMEA 1005	Rugosimetro	Dial Thickness Gage Range 0-1mm	Mitutoyo	7326 STEX2	LEG877	C000029560	19/10/2009	Anual	19/10/2010	Phoenix
28	ETSC 1012	Termometro de Contacto de Indicacion Analoga	Termometro de Contacto de Indicacion Analoga, Rango 0°C a 120°C, Division Minima 2°C	Elcometer	No Indica	1108	CTU-283-2009	30/10/2009	Anual	30/10/2010	Unimetro

## MONTAJE DE ESPESADORES EN TERRENO RELACION DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICION

Item N°	Código	Instrumento	Características del Instrumento	Marca	Modelo	Serie	N° Certificado	Fecha de Calibración	Frecuencia de Calibración	Siguiente Calibración	Calibrado por
29	ETSC 1013	Termometro de Contacto de Indicacion Analogica	Termometro de Contacto de Indicacion Analogica, Rango 0°C a 120°C, Division Minima 2°C	Elcometer	1108	No Indica	CTU-041-2010	08/03/2010	Anual	08/03/2011	Unimetro
30	ETSC 1014	Termometro de Contacto de Indicacion Analogica	Termometro de Contacto de Indicacion Analogica, Rango 0°C a 120°C, Division Minima 2°C	Elcometer	NMN	1108	C000037685	31/05/2011	Anual	30/05/2012	Phoenix
31	EMTA 1001	Medidor de Adherencia de Pintura	Medidor de Adherencia de Pintura, Rango 0 lb/in <sup>2</sup> a 3500 lb/in <sup>2</sup> (0 Mpa a 25 Mp)	Elcometer	108	82635082	CPU-121-2010	04/09/2010	Anual	04/09/2011	Unimetro
32	EPCF-1002	Medidor de Ferrita	Medidor de Ferrita (Fermstocopio)	Fischer	Ferristoscope FMP30	SN090002061	131196	27/05/2009	Tiene patron	Tiene patron	Tiene patron

## **REGISTROS DE LIBERACIÓN**



DIMENSIONAL CHECK FORM  
CXT TAILINGS THICKENER  
C2-3710-TM-012

CUSTOMER TANK No: C2-3710-TM-012

CONTRACT No: 185576

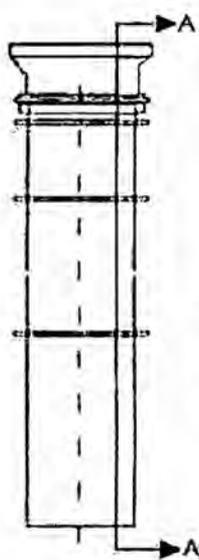
DOCUMENT OF REFERENCE:  
FL SMIDTH MANUAL

VERIFICACIÓN DE VERTICALIDAD - COLUMNA COMPLETA

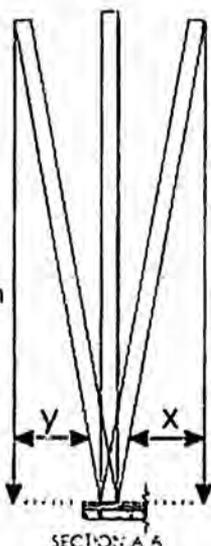
Tolerancia = 1/8" de la columna inferior

Altura Total = 14.200 (m)

Desviación Máxima = 10 (mm)



Column  
Leans  
In  
"y"



Column  
Leans  
Out  
"x"

Loc	Out "X"	In "Y"
0°	-----	4 mm
90°	-----	4 mm
180°	3 mm	-----
270°	4 mm	-----

*[Signature]*  
CBI

*[Signature]*  
SMI CONSTRUCTION

Mario Sanchez P. *[Signature]*  
SMI QA/QC  
07/07/15

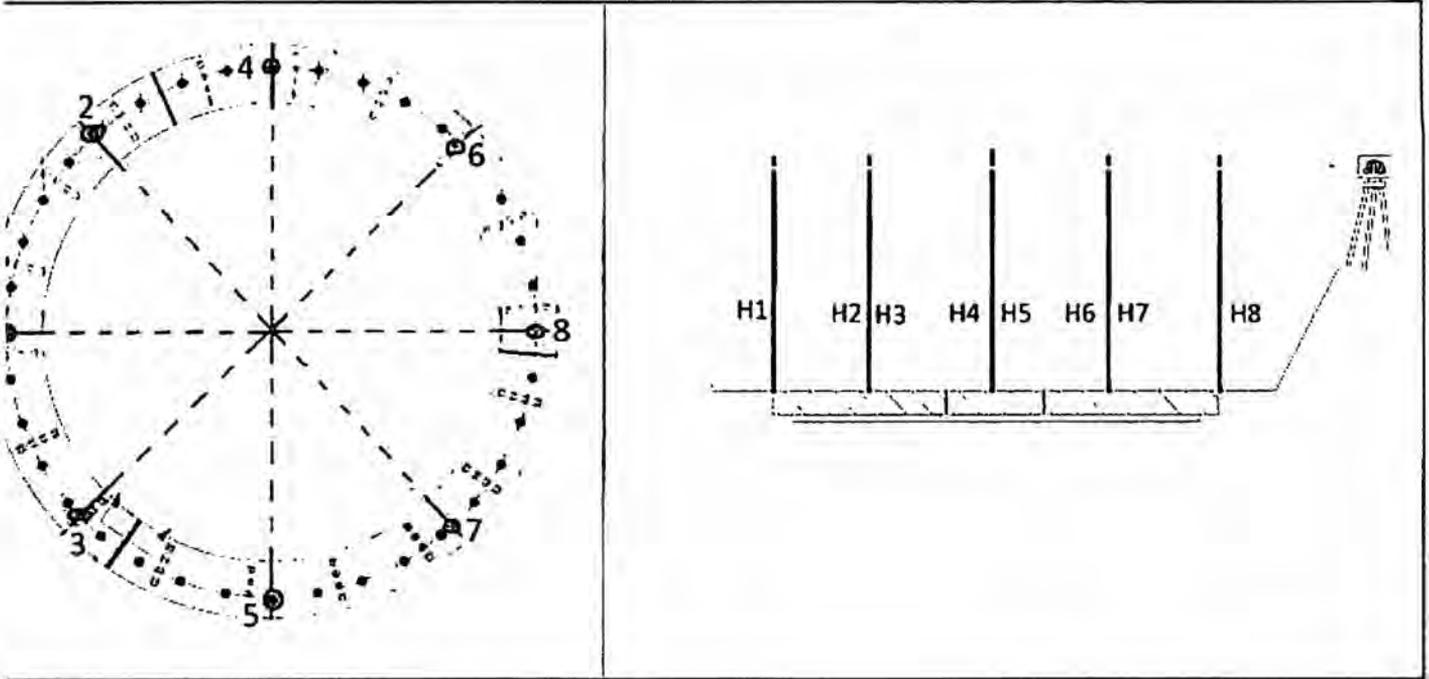
Licente Suarez M. *[Signature]*  
FLSMIDTH VENDOR  
26-06-15



**DIMENSIONAL CHECK FORM  
CXT TAILINGS THICKENER  
C2-3710-TM-012**

CUSTOMER TANK No: C2-3710-TM-012  
 CONTRACT No: 185576  
 DOCUMENT OF REFERENCE:  
 FL SMIDTH MANUAL

**NIVELACIÓN DEL SOLE PLATE**



**VEL DE REFERENCIA** | 1000.00 mm

PTO	H (mm)	ΔH (mm)	PTO	H (mm)	ΔH (mm)
1	1002.0	-2	5	980.0	+2
2	1001.00	-1	6	1004.0	-4
3	1000.00	0	7	990.0	+1
4	1003.00	-3	8	104.0	-4

*[Signature]*  
CBI

*[Signature]*  
SMI CONSTRUCTION

Mario Sanchez P. *[Signature]*  
SMI QA/QC *[Signature]*

Vicente Suarez H. *[Signature]*  
FLSMIDTH VENDOR  
26-06-15



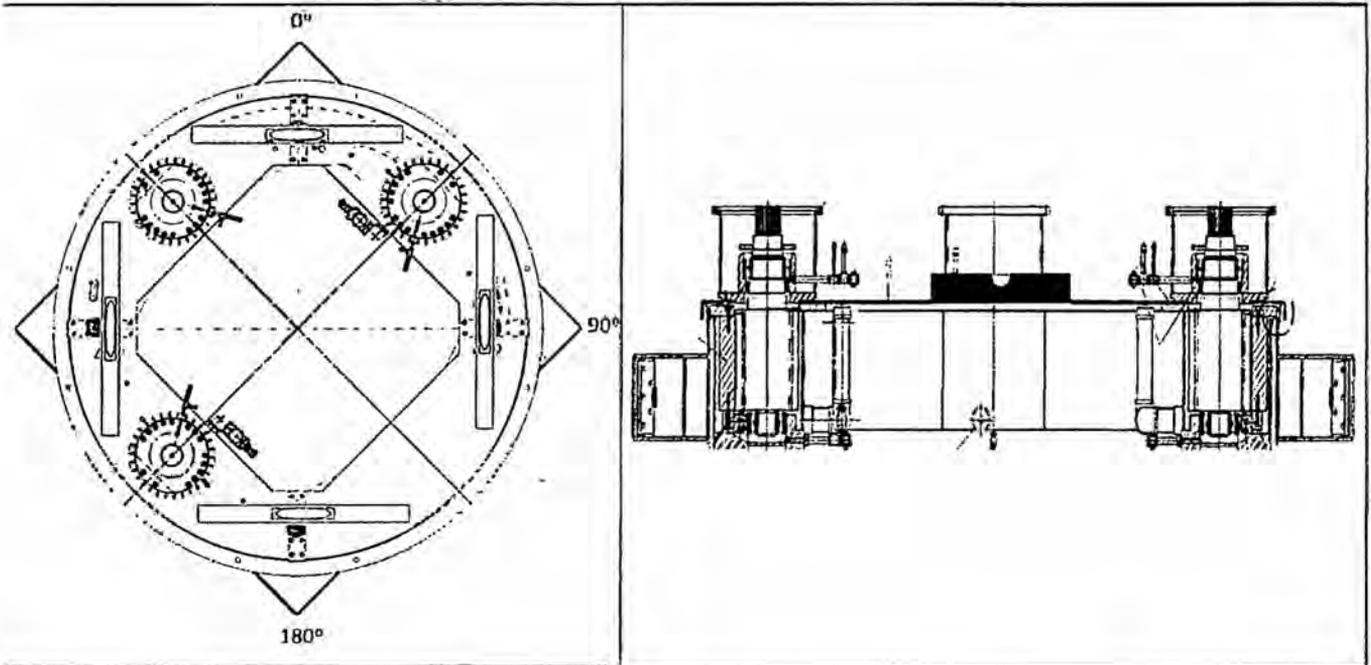
**DIMENSIONAL CHECK FORM  
CXT TAILINGS THICKENER  
C2-3710-TM-012**

CUSTOMER TANK No: C2-3710-TM-012

CONTRACT No: 185576

DOCUMENT OF REFERENCE:  
FL SMIDTH MANUAL

VERIFICACIÓN DEL NIVEL DE LA UNIDAD IMPULSORA



POSITION	0°	90°	180°	270°
CHECK	OK	OK	OK	OK

*[Signature]*  
CBI

*[Signature]*  
SMI CONSTRUCTION

*[Signature]*  
SMI QA/QC  
07/01/15

*[Signature]*  
FLSMIDTH VENDOR  
26-06-15



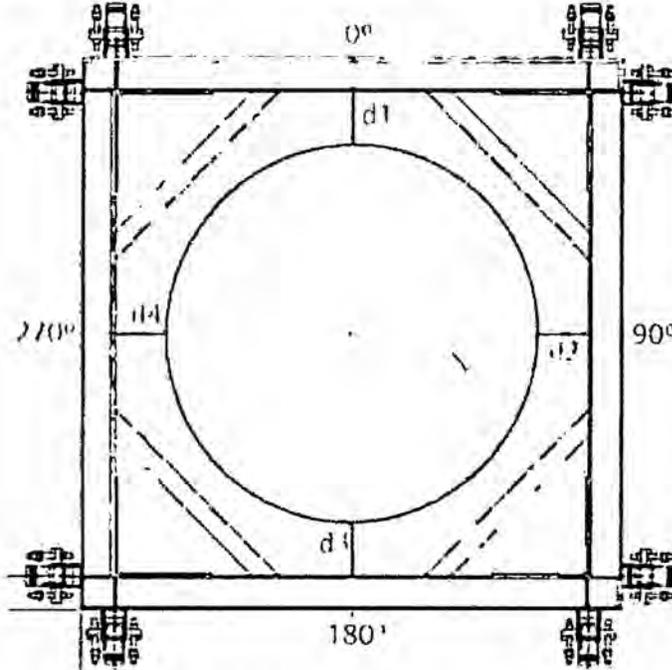
DIMENSIONAL CHECK FORM  
CXT TAILINGS THICKENER  
C2-3710-TM-012

CUSTOMER TANK No: C2-3710-TM-012

CONTRACT No: 185576

DOCUMENT OF REFERENCE:  
FLSMIDTH MANUAL

VERIFICACIÓN DE CONCENTRICIDAD DE LA JAULA



	0°	90°	180°	270°
d (mm)	278	287	290	270

1/21/12  
Diaz  
CBI

*[Signature]*  
SMI CONSTRUCTION

Mario Sanchez P. *[Signature]*  
SMI QA/QC  
01/01/15

Vicente Suarez *[Signature]*  
FLSMIDTH VENDOR  
26-06-15



DIMENSIONAL CHECK FORM  
CXT TAILINGS THICKENER  
C2-3710-TK-012

CUSTOMER TANK No: C2-3710-TK-012

CONTRACT No: 185576

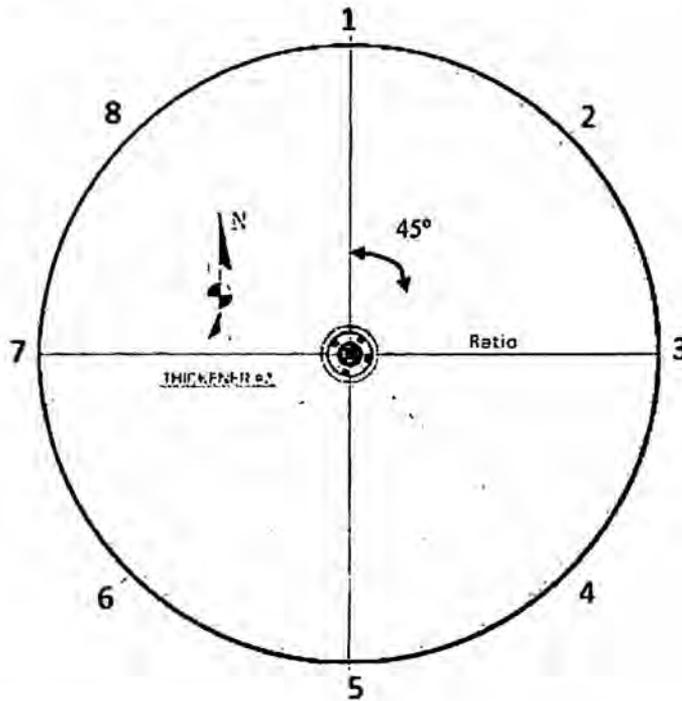
DOCUMENT OF REFERENCE:  
FL SMIDTH MANUAL

VERIFICACIÓN DE RADIO DE PARED

Diametro  $\geq 76200$  (mm) tolerancia del radio  $\pm 32$  mm

Diametro = 80000 (mm)

Tolerancia Máxima Radio =  $\pm 32$  mm



	1	2	3	4	5	6	7	8
o (mm)	40020	39980	39986	40002	39996	40000	39984	39989

*[Signature]*  
CBI

*[Signature]*  
SMI CONSTRUCTION

Mario Sanchez P. *[Signature]*  
SMI QA/QC  
07/01/15

Vicente Suarez *[Signature]*  
FLSMIDTH VENDOR  
26-06-15



DIMENSIONAL CHECK FORM  
CXT TAILINGS THICKENER  
C2-3710-TM-012

CUSTOMER TANK No: C2-3710-TM-012

CONTRACT No: 185576

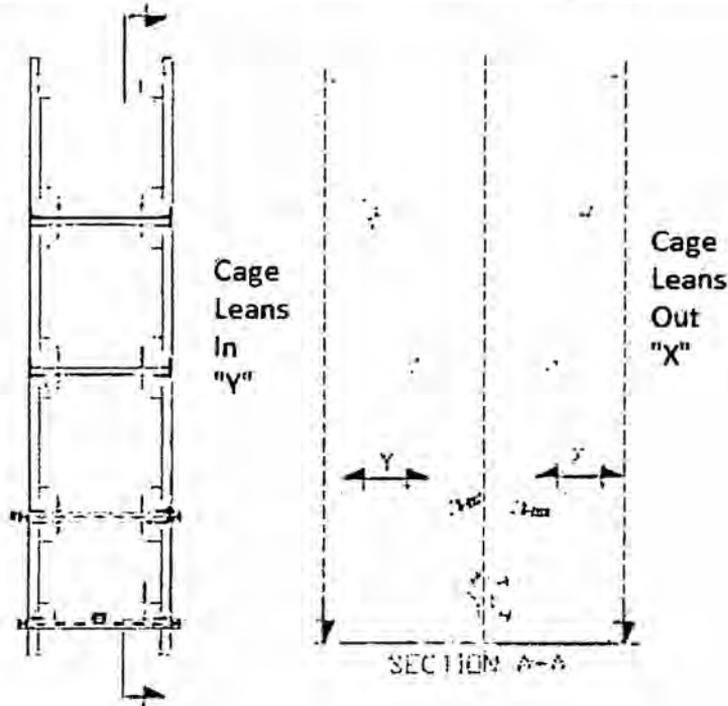
DOCUMENT OF REFERENCE:  
FL SMIDTH MANUAL

VERIFICACIÓN DE VERTICALIDAD DE LA JAULA

Tolerancia = 1 mm por cada 1 m

Altura de la Jaula = 13377

Desviación Máxima = 13.4 (mm)



LOC	Out "x"	In "y"
0°	7mm	-----
90°	8mm	-----
180°	-----	6mm
270°	-----	7mm

*[Signature]*  
CBI

*[Signature]*  
SMI CONSTRUCTION

*[Signature]*  
SMI QA/QC

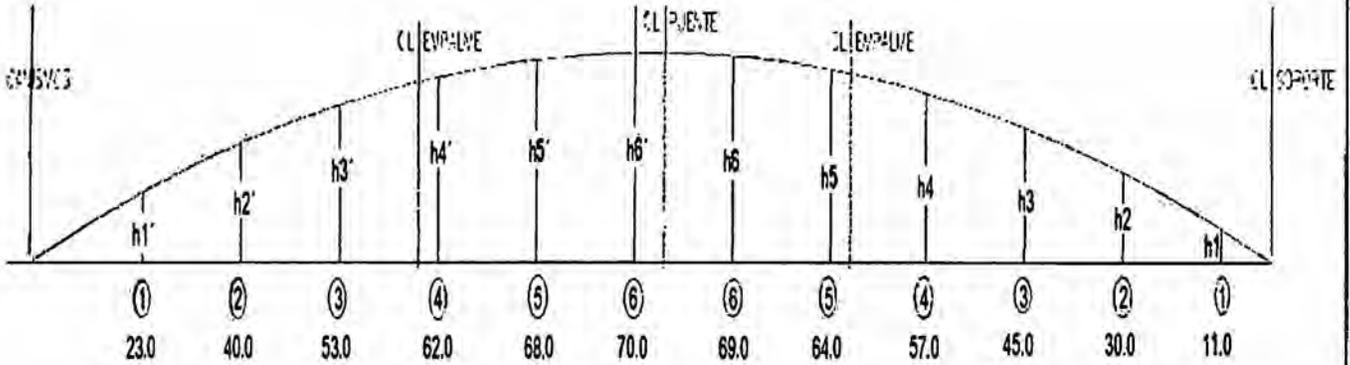
*[Signature]*  
FLSMIDTH VENDOR  
26-01-15



**DIMENSIONAL CHECK FORM  
CXT TAILINGS THICKENER  
C2-3710-TM-012**

CUSTOMER TANK No: C2-3710-TM-012  
 CONTRACT No: 185576  
 DOCUMENT OF REFERENCE:  
 FL SMIDTH MANUAL

VERIFICACIÓN – CAMBER DEL PUENTE



NCH MARK = 676 mm

SUR			NORTE		
h'	Dato	Δh'	h'	Dato	Δh'
h1'	652	24	h1'	653	23
h2'	636	40	h2'	636	40
h3'	622	54	h3'	625	51
h4'	613	63	h4'	614	62
h5'	604	72	h5'	605	71
h6'	598	78	h6'	600	76
<b>h</b>	<b>Dato</b>	<b>Δh</b>	<b>h</b>	<b>Dato</b>	<b>Δh</b>
h6	599	77	h6	597	79
h5	609	67	h5	608	68
h4	618	58	h4	616	60
h3	630	46	h3	629	47
h2	646	30	h2	643	33
h1	664	12	h1	663	13

*[Signature]*  
CBI

*[Signature]*  
SMI CONSTRUCTION

*[Signature]*  
Mario Sanchez P. Moya  
SMI QA/QC

*[Signature]*  
Vicente Suarez H. L. Johnson  
FLSMIDTH VENDOR  
26-06-13



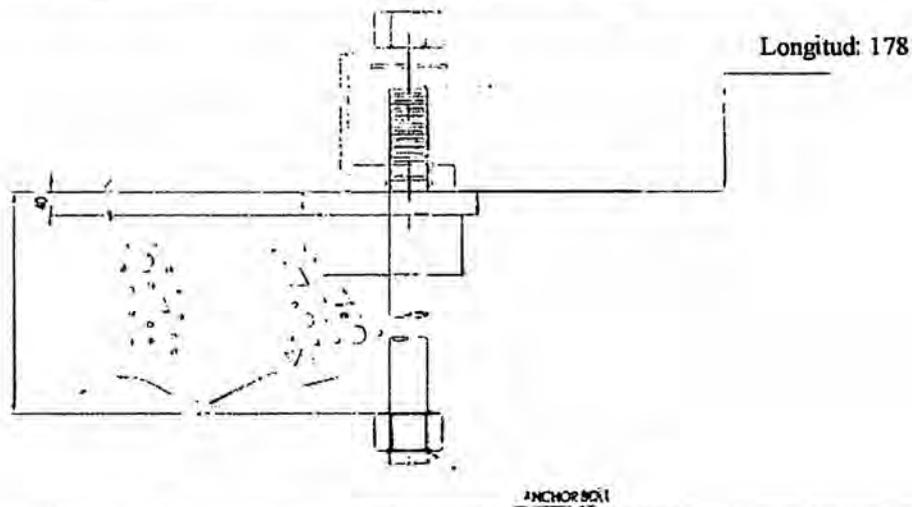
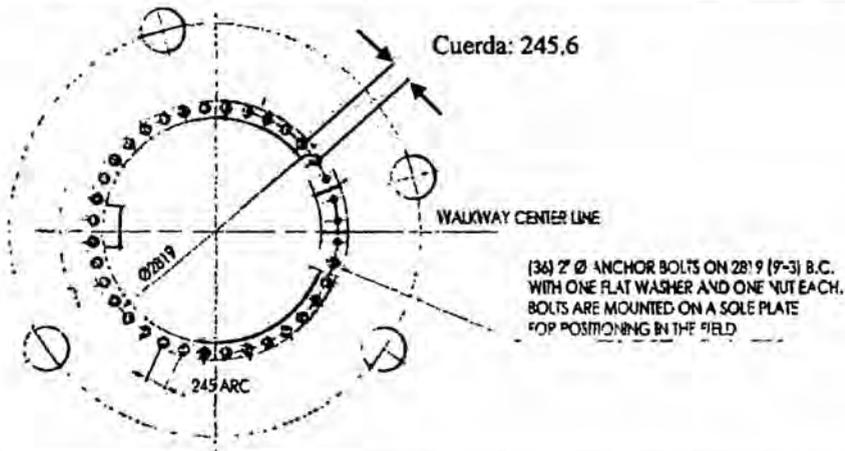
**DIMENSIONAL CHECK FORM  
CXT TAILINGS THICKENER  
C2-3710-TM-014**

CUSTOMER TANK No: C2-3710-TM-014

CONTRACT No: 185576

DOCUMENT OF REFERENCE:  
FL SMIDTH MANUAL

VERIFICACIÓN DE LONGITUD, VERTICALIDAD Y RADIO DE PERNOS DE ANCLAJE



**VERIFICACIÓN**

LONGITUD	VERTICALIDAD	RADIO	CUERDA
179 mm.	0 mm.	1410 mm.	245 mm.

*[Signature]*  
CBI

*[Signature]*  
SMI CONSTRUCTION

*[Signature]*  
SMI QA/QC  
KOLIS

*[Signature]*  
FLSMIDTH VENDOR  
VICENTE SUAREZ  
10-02-05



**DIMENSIONAL CHECK FORM  
CXT TAILINGS THICKENER  
C2-3710-TM-014**

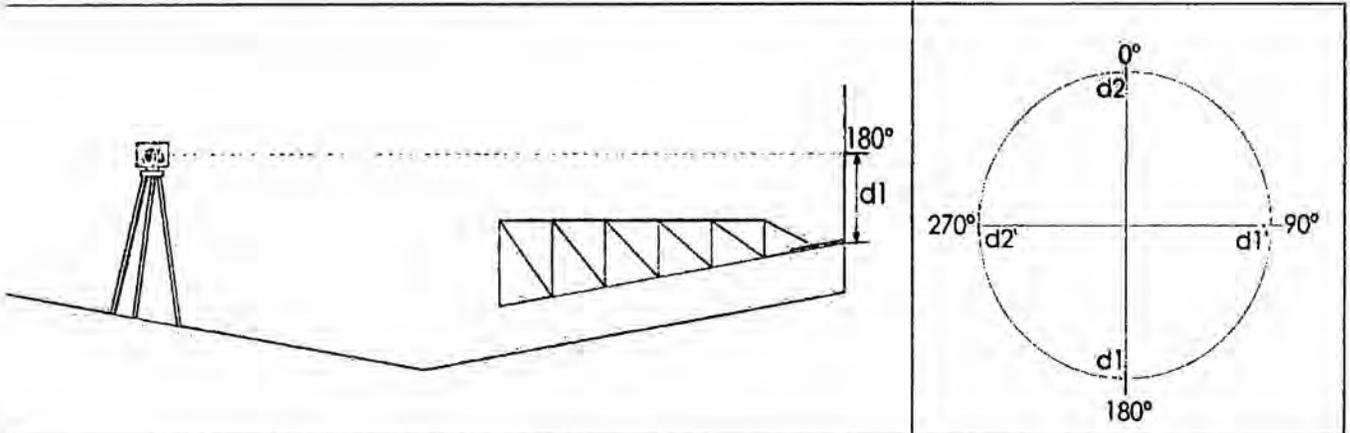
CUSTOMER TANK No: C2-3710-TM-014

CONTRACT No: 185576

DOCUMENT OF REFERENCE:  
FL SMIDTH MANUAL

**VERIFICACIÓN DE NIVELACIÓN DE RASTRAS**

Máximo desnivel (d1 - d2) = 1 1/2"



RM No	0°	90°	180°	270°
1	379	382	377	368
2	372	373	367	360

The difference between the two observed dimensions must not exceed the maximum out-of-level dimension below:	
MECHANISM DIAMETER	MAXIMUM OUT-OF-LEVEL TOLERANCE
300' o menos	1 1/2"

	Δ(R1-R2)(mm)
0°-180°	12
90°-270°	22
180°-0°	5
270°-90°	5

START OF ACTIVITIES	Julio 02, 2015 07:30 AM
END OF ACTIVITIES	Julio 02, 2015 16:00 PM

OBSERVATIONS: ANTES DE SOLDAR

CBI

SMI CONSTRUCTION

SMI QA/QC  
 10/02/15

FLSMIDTH VENDOR  
 VICENTE SUAREZ  
 10-07-15



**DIMENSIONAL CHECK FORM  
CXT TAILINGS THICKENER  
C2-3710-TM-014**

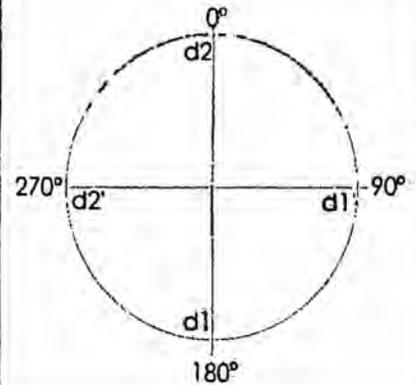
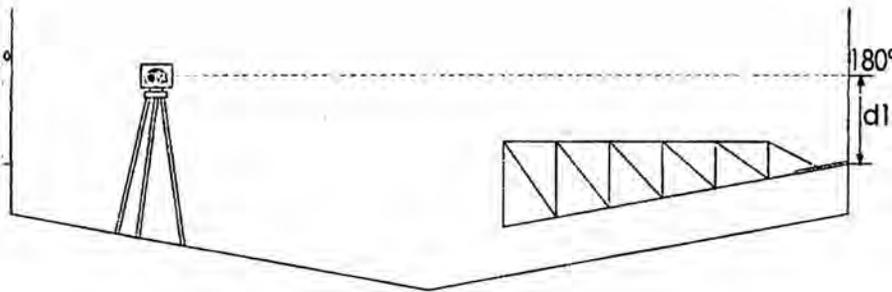
CUSTOMER TANK No: C2-3710-TM-014

CONTRACT No: 185576

DOCUMENT OF REFERENCE:  
FL SMIDTH MANUAL

**VERIFICACIÓN DE NIVELACIÓN DE RASTRAS**

Máximo desnivel (d1 - d2) = 1 1/2"



RM N°	0°	90°	180°	270°
R1	339	344	337	325
R2	329	332	330	324

The difference between the two observed dimensions must not exceed the maximum out-of-level dimension below:

MECHANISM DIAMETER	MAXIMUM OUT-OF-LEVEL TOLERANCE
300' o menos	1 1/2"

	$\Delta(R1-R2)(mm)$
0°-180°	9
90°-270°	20
180°-0°	8
270°-90°	7

START OF ACTIVITIES	Julio 08, 2015 10:30 AM
END OF ACTIVITIES	Julio 08, 2015 11:00 PM

OBSERVATIONS: DESPUES DE SOLDAR

*[Signature]*  
CBI

*[Signature]*  
SMI CONSTRUCTION

*[Signature]*  
Mario Sanchez P. Maura  
SMI QA/QC 106115

*[Signature]*  
FLSMIDTH VENDOR  
VICENTE SUAREZ  
10-07-15