



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

**Valorización de los cordones de soldadura en las tuberías de  
proceso mediante la inspección de tintas penetrantes,  
gammagrafía industrial y ultrasonido avanzado en la Planta  
de Almacenamiento de GLP ubicado en Monteverde,  
Provincia de Santa Elena.**

**PROYECTO DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención del título de:**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR:**

**SUÁREZ POZO RICHARD ANDRÉS**

**TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN:  
ING. MARLON NARANJO LAINEZ MSc.**

**LA LIBERTAD – ECUADOR.  
MARZO 2017**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

**Valorización de los cordones de soldadura en las tuberías de proceso mediante la inspección de tintas penetrantes, gammagrafía industrial y ultrasonido avanzado en la Planta de Almacenamiento de GLP ubicado en Monteverde, Provincia de Santa Elena.**

**PROYECTO DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención del título de:**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR:**

**SUÁREZ POZO RICHARD ANDRÉS**

**TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN:**

**ING. MARLON NARANJO LAINEZ MSc.**

**LA LIBERTAD – ECUADOR.**

**MARZO 2017**

## **DEDICATORIA**

El presente documento se lo dedico primeramente a Dios, que me dio la inteligencia, sabiduría, y salud de emprender esta etapa importante en mi vida profesional.

A mi familia, especialmente a mis padres que estuvieron presentes con su confianza, apoyo y respaldo en los momentos difíciles para que yo estuviese aquí, que me ayudaron a la terminación de esta etapa en mi vida profesional.

Richard.

## **AGRADECIMIENTO**

Principalmente le agradezco a Dios por darme el soplo de vida de poder estar aquí y poder seguir sus pasos.

A la empresa que me acogió, por el apoyo que me brindaron para terminar mi trabajo.

Al Ingeniero Industrial Marlon Naranjo, Tutor de mi tesis por apoyarme con sus conocimientos.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena por abrir las puertas al templo de saber, y de esta manera formar profesionales para nuestra sociedad.

Richard.

## **TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

---

**Ing. Alamir Álvarez Loor MSc.  
DECANO (E) DE LA FACULTAD  
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

---

**Ing. Marco Bermeo Garcia MSc.  
DIRECTOR DE LA CARRERA DE  
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

---

**Ing. Marlon Naranjo Laínez MSc.  
TUTOR DE TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

---

**Ing. Víctor Matías Pillasagua MSc  
PROFESOR DE ÁREA**

---

**Abg. Brenda Reyes Tómalá MSc.  
SECRETARIA GENERAL**

## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y PATRIMONIO INTELECTUAL

El contenido del presente trabajo de graduación “Valorización de los cordones de soldadura en las tuberías de proceso mediante la inspección de tintas penetrantes, gammagrafía industrial y ultrasonido avanzado en la Planta de Almacenamiento de GLP ubicado en Monteverde, Provincia de Santa Elena”, es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

RICHARD ANDRES SUÁREZ POZO

## ÍNDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
CARÁTULA	I
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN	V
DECLARACION DE RESPONSABILIDAD Y PATRIMONIO INTELECTUAL	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XI
ÍNDICE DE IMÁGENES	XII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIV
RESUMEN	XV
INTRODUCCIÓN	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>GENERALIDADES</b>	
1.1. Antecedentes	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1 Objetivo general	3
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3. Justificación de la propuesta	4
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>LA EMPRESA OBJETO DE ESTUDIO</b>	
2.1. Ubicación de la empresa	7
2.1.1. Ubicación geográfica	7
2.1.2. Área de influencia del proyecto	10
2.2. Las actividades empresariales	11
2.2.1. Actividades obras civiles	11
2.2.2. Actividades mecánicas	12
2.2.3. Actividades eléctricas	12
2.2.4. Actividades de instrumentación	12
2.3. Su sistema productivo actual	13
2.3.1. Primera etapa	14
2.3.2. Segunda etapa	15
2.3.3. Capacidad de producción y entrega de GLP	15

### **CAPÍTULO III**

#### **ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA EN PRODUCCIÓN/CALIDAD**

3.1	Descripción del proceso	16
3.1.1.	Construcción de SPOOLS	16
3.1.2.	Inspección de soldadura de los SPOOLS	26
3.1.2.1.	Inspección geométrica y dimensional de los tramos fabricados	28
3.1.2.2.	Inspección de alineación y perpendicularidad entre componentes	30
3.1.2.3.	Inspección de materiales en estricta observancia a la lista de materiales de cada isométrico	32
3.1.2.4.	Inspección visual a los cordones de soldadura durante y después de su realización	34
3.1.2.5.	Inspección y registro de la identificación del soldador y fecha de realización en el isométrico	36
3.1.2.6.	Inspección y registro de todas las pruebas no destructivas; inspección y registro del tratamiento térmico post soldadura	38
3.1.3.	Montaje de tubería en campo	39
3.1.4.	Inspección de soldadura instalada	42
3.1.4.1.	Identificación de soldadura en campo	42
3.2	Elementos que intervienen en el proceso	47
3.3	Aplicación de las herramientas técnicas para la determinación del problema	47
3.3.1.	Análisis por estudio de métodos para medir productividad	47
3.3.2.	Análisis por estudio de tiempo para medir productividad	53
3.3.3.	Análisis por pruebas de laboratorio para medir calidad en entrada, proceso y producto terminado	55
3.3.4.	Análisis de herramientas estadísticas para medir calidad del proceso	62
3.3.4.1.	Análisis de la relación causa-efecto del diagrama Ishakawa	63
3.3.4.1.1.	Mano de obra	63
3.3.4.1.2.	Medio ambiente	63
3.3.4.1.3.	Métodos	64
3.3.4.1.4.	Medición	64
3.3.4.1.5.	Maquinaria	65
3.3.4.2.	Diagrama de pareto	66
3.4.	Diagnóstico de la situación problemática	67

### **CAPÍTULO IV**

#### **PROPUESTA DE SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA**

4.1	Planteamiento de alternativa de solución en producción	69
4.2.	Propuesta para elevar la productividad	71

4.2.1.	Descripción de métodos de mejoras	71
4.2.1.1.	Calificar los soldadores en diferentes procesos de soldadura para tener un mayor alcance de juntas soldadas por soldador	71
4.2.1.2.	Inspeccionar los sitios de trabajo antes y después de terminar la jornada laboral	74
4.2.1.3.	Controlar las pulgadas diametrales diarias por soldador	75
4.2.1.4.	Capacitación diaria previo a la realización de las actividades	75
4.2.1.5.	Verificación del uso adecuado de los consumibles, materiales y herramientas en buen estado con su respectiva documentación	76
4.2.1.6.	Uso correcto del EPP	76
4.2.2.	Formatos utilizados para aumentar la producción de Ensayos No Destructivos	77
4.2.3.	Nueva maquinaria	83
4.2.3.1.	Máquina para soldar	83
4.2.3.2.	Horno portátil para soldadura	84
4.2.3.3.	Pulidora eléctrica	84
4.2.3.4.	Equipo oxicorte y de calentar	85
4.2.3.5.	Equipo de protección personal	86
4.2.4.	Recurso humano	90
4.2.4.1.	Soldador	90
4.2.4.2.	Asistente de soldador	90
4.2.4.3.	Supervisor de producción	91
4.3.	Propuestas para elevar los niveles de calidad	91
4.3.1.	Descripción de los métodos de mejoras en la calidad	92
4.3.1.1.	Implementación del ultrasonido avanzado en liberaciones de juntas soldadas	92
4.3.1.2.	Dividir las tareas para todo el grupo de trabajo	93
4.3.1.3.	El supervisor de calidad acompañará todas las liberaciones de los ensayos no destructivos	94
4.3.1.4.	Programación diaria de trabajos con ensayos no destructivos	94
4.3.1.5.	Coordinar los trabajos junto al personal de seguridad y producción	95
4.3.1.6.	Establecer nuevos formatos para la liberación de soldadura con ultrasonido avanzado y generar matrices para un mejor control a cada tipo de ensayo no destructivo	95
4.3.2.	Diseño de formatos	96
4.3.3.	Nueva maquinaria	104
4.3.3.1.	Equipo de ultrasonido SIUI Modelo CTS-602	104
4.3.3.2.	KIT de inspección de soldadura	106
4.3.4.	Recurso humano	110
4.3.4.1.	Inspector Nivel II en ultrasonido	110
4.3.4.2.	Supervisor de calidad	111
4.3.4.3.	Asistente de calidad	112
4.3.4.	Niveles de aceptación	112
4.3.4.1.	Según ASME B31.3	112

4.3.4.2. Según inspección visual	113
4.3.5. Pruebas de laboratorio	115
4.3.4.6. Gestión de calificación INEN; Gestión de ISO 9000	121

## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE LA PROPUESTA**

5.1 Costos e inversiones de la propuesta	122
5.2 Financiamiento	125
5.3 Análisis Costo Beneficio	125
5.4 Recuperación de la inversión	126
5.5 Cronograma de la implementación	127

<b>CONCLUSIONES</b>	128
---------------------	-----

<b>RECOMENDACIONES</b>	129
------------------------	-----

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	130
---------------------	-----

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>CONTENIDO</b>		<b>Pág.</b>
TABLA N°1	Juntas diarias inspeccionadas por la unidad de ensayos no destructivos	3
TABLA N°2	Procedimientos de soldadura	21
TABLA N°3	Isometrías del proyecto	27
TABLA N°4	Código de identificación de un soldador calificado	43
TABLA N°5	Elementos que intervienen en la soldadura	47
TABLA N°6	Datos estadísticos del diagrama de Pareto	68
TABLA N°7	Procedimientos de cada servicio	74
TABLA N°8	División de tareas grupo de calidad	96
TABLA N°9	Análisis de materiales según servicio	121
TABLA N°10	Curso de capacitación	122
TABLA N°11	Costo de unidad de ensayos no destructivos	124
TABLA N°12	Costos unitarios por juntas de soldadura examinados	124
TABLA N°13	Costos de juntas inspeccionadas con ultrasonido	125
TABLA N°14	Costos de juntas inspeccionadas con gammagrafía	125
TABLA N°15	Costos de juntas inspeccionadas con tintas penetrantes	126
TABLA N°16	Resumen de costos realizados	126
TABLA N°17	Entrega final de ensayos no destructivos	128
TABLA N°18	Cronograma de implementación	129

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>CONTENIDOS</b>		<b>Pág.</b>
GRÁFICO N°1	Tabla de coordenadas del área marítimo	10
GRÁFICO N°2	Ubicación del área de influencia del proyecto	11
GRÁFICO N°3	Identificación de soldadura	16
GRÁFICO N°4	Esquematación del bisel en V	18
GRÁFICO N°5	Realización del bisel en V	18
GRÁFICO N°6	Medición de la distancia	19
GRÁFICO N°7	Inspección visual	19
GRÁFICO N°8	Soldadura Socket-weld	20
GRÁFICO N°9	Colocación de un sockolet	20
GRÁFICO N°10	Posición 6G en tubería	22
GRÁFICO N°11	Inspección geométrica	28
GRÁFICO N°12	Inspección dimensional	29
GRÁFICO N°13	Inspección de alineado	30
GRÁFICO N°14	Inspección de perpendicularidad	31
GRÁFICO N°15	Lista de materiales	32
GRÁFICO N°16	SPOOL de isométrico	33
GRÁFICO N°17	Inspección visual de cordones	34
GRÁFICO N°18	Medición de campo	35
GRÁFICO N°19	Identificación de junta soldada	36
GRÁFICO N°20	Identificación de tramo fabricado	37
GRÁFICO N°21	Registro de ensayo no destructiva	38
GRÁFICO N°22	Inspección de tratamiento post soldadura	39
GRÁFICO N°23	Inspección de paralelismo	41
GRÁFICO N°24	Inspección de equipo montado	41
GRÁFICO N°25	Identificación del proceso de soldadura	43
GRÁFICO N°26	Identificación del proceso de soldadura	44
GRÁFICO N°27	Ejemplo de factura impaga	48
GRÁFICO N°28	Informe suspendido por lluvias	49
GRÁFICO N°29	Máquina de soldar utilizada	50
GRÁFICO N°30	Certificado de calibración	50
GRÁFICO N°31	Pulidora inadecuada	51
GRÁFICO N°32	Material con defectos	51
GRÁFICO N°33	Accesorio con defectos	51

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>CONTENIDOS</b>	<b>Pág.</b>
IMAGEN N°1	Cursograma de inspección con tintas penetrantes 55
IMAGEN N°2	Cursograma de inspección gammagráfica 56
IMAGEN N°3	Informe de gammagrafía 108 57
IMAGEN N°4	Informe de gammagrafía 164 58
IMAGEN N°5	Informe de gammagrafía 357 59
IMAGEN N°6	Informe de gammagrafía 325 60
IMAGEN N°7	Informe de gammagrafía 536 61
IMAGEN N°8	Informe de gammagrafía 644 62
IMAGEN N°9	Informe de gammagrafía 740 63
IMAGEN N°10	Diagrama Ishikawa 64
IMAGEN N°11	Cuadro estadístico del diagrama Ishikawa 68
IMAGEN N°12	Inventario de soldadores 79
IMAGEN N°13	Formato de control del sitio de trabajo 80
IMAGEN N°14	Formato de control de soldadores 81
IMAGEN N°15	Soldadura a filete-tope 82
IMAGEN N°16	Formato de charlas de capacitaciones 83
IMAGEN N°17	Reporte fotográfico 84
IMAGEN N°18	Máquina para soldar 85
IMAGEN N°19	Horno portátil para soldadura 86
IMAGEN N°20	Pulidora eléctrica 86
IMAGEN N°21	Equipo oxicorte y de calentar 87
IMAGEN N°22	Casco de seguridad 88
IMAGEN N°23	Lentes de seguridad 88
IMAGEN N°24	Guantes de seguridad 89
IMAGEN N°25	Tapones auditivos 89
IMAGEN N°26	Botas de seguridad 90
IMAGEN N°27	Caretas de seguridad 90
IMAGEN N°28	Respirador para gases metálicos 91
IMAGEN N°29	Mandil 91
IMAGEN N°30	Formato para programación de END 98
IMAGEN N°31	Formato para solicitud de END 99
IMAGEN N°32	Matriz de control de gammagrafías 100
IMAGEN N°33	Matriz de control de tintas penetrantes 101
IMAGEN N°34	Matriz de control de ultrasonido 102
IMAGEN N°35	Formato de inspección para UT rechazado 103
IMAGEN N°36	Foto de inspección de ultrasonido 104
IMAGEN N°37	Transductor 105
IMAGEN N°38	Equipo de ultrasonido CTS-602 106
IMAGEN N°39	Kit de inspección de soldadura 108
IMAGEN N°40	Medidor de alineamiento 109
IMAGEN N°41	Galga V-WAC 109
IMAGEN N°42	Galga tipo AWS 110
IMAGEN N°43	Escala de 6" 110
IMAGEN N°44	Espejo telescópico 111

IMAGEN N°45	Lámpara con lente de aumento	111
IMAGEN N°46	Ancho y alto del pase de presentación	116
IMAGEN N°47	Informe de inspección J8	117
IMAGEN N°48	Informe de inspección J12	118
IMAGEN N°49	Informe de inspección J2	119
IMAGEN N°50	Informe de inspección J3	120

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>CONTENIDO</b>		<b>Pág.</b>
ANEXO N°1	Calificación de desempeño a soldador	132
ANEXO N°2	Formato de inspección en campo	133
ANEXO N°3	Mapa de soldadura	134
ANEXO N°4	Reporte diario de soldadura	135
ANEXO N°5	Certificado de capacitación en soldadura	136
ANEXO N°6	Técnicas de barrido para inspección de soldadura con ultrasonido	137
ANEXO N°7	Certificado de un nivel II en ultrasonido	138
ANEXO N°8	Normativas de calificación	139

## **RESUMEN**

**AUTOR:** RICHARD ANDRÉS SUÁREZ POZO

**TEMA:** Valorización de los cordones de soldadura en las tuberías de proceso mediante la inspección de tintas penetrantes, gammagrafía industrial y ultrasonido avanzado en la Planta de Almacenamiento de GLP ubicado en Monteverde, Provincia de Santa Elena.

**TUTOR:** ING. IND. MARLON NARANJO LAINEZ

Este trabajo explica el uso de métodos en ensayos no destructivos para la valorización de cordones de soldadura por medio de las tintas penetrantes, gammagrafía industrial y ultrasonido avanzado; los problemas que presenta cada método para realizar la inspección a la soldadura, enseña los diferentes procedimientos en soldadura que se califica un soldador, el uso de electrodos para cada procedimiento, los lineamientos utilizados para la inspección visual. El uso de normativas internacionales para un buen desarrollo en la realización del proyecto como las Normas API1104, ASME B31.3, AWS D1.1 entre otras. Los diferentes tipos de materiales en tubería con la especificación técnica del proyecto, uso de tuberías según el servicio y las diferentes presiones en operación y prueba. El cambio de gammagrafía por ultrasonido en inspección de soldadura para diámetros mayores o iguales a tres pulgadas debido a las discontinuidades presentes en la película gammagráfica, liberándolas por medio de una reinspección con ultrasonido y la disminución de defectos presentes en las soldaduras. Propuestas para elevar los niveles de productividad y calidad en el proceso de liberación de soldadura.

**Palabras clave:** Método, inspección, ensayo no destructivo, soldadura, procedimientos, normas, tuberías, discontinuidades, defectos.

## INTRODUCCIÓN

La elaboración de esta tesis de grado esta basado en las diferentes liberaciones por medio de los Ensayos No Destructivos, los más utilizados aplicados a la soldadura como Gammagrafía Industrial (RT), Tintas penetrantes (PT) y Ultrasonido Avanzado (UT) que intervienen dentro de una obra electromécanica que se desarrolló en la Comuna Monteverde.

Así como los diferentes procesos de soldadura en Smaw , Gtaw, y Smaw-Gtaw, según el material de aporte y varilla de aporte donde existen las calificaciones para soldadores aptos en estos diferentes proceso, los procedimientos de soldadura aplicados en este proyecto.

Se establecerá el método de inspección según el tipo de soldadura; a toda junta soldada a filete se aplicará las tintas penetrantes, si es junta a tope se utilizará la gammagrafía industrial y el ultrasonido avanzado como métodos de valorización para la soldadura.

La utilización de cada tipo de material de tubería en cada servicio, según las especificaciones técnicas del proyecto como: Temperatura, presión de diseño, presión de prueba y la clase de presión de las bridas para las conexiones entre servicios y a los equipos.

## **CAPÍTULO I**

### **GENERALIDADES**

#### **1.1 ANTECEDENTES**

Los métodos de inspección de ensayos no destructivos se practicaron desde la década de 1868 con la utilización de campos magnéticos, el método más utilizado son las tintas penetrantes para la evaluación de grietas superficiales en materiales. Con el desarrollo de la producción con sus diferentes procesos la detección de un defecto nombrado finalmente como una discontinuidad no era suficiente en hallarlo sino de buscar la manera de saber la forma y el tamaño de la misma que sirva como información para evaluar así la vida mecánica de un componente, llevando al uso de nuevos métodos de evaluación de ensayos no destructivos. La Sociedad Americana para Ensayos No Destructivos (ASNT) fundada en 1941 es la sociedad técnica más grande de pruebas no destructivas, es creadora de servicios y estándares en la certificación de personal y la calificación del mismo para realizar los ensayos no destructivos. El Comité Internacional de Ensayos no Destructivos reúne a todas las instituciones con sede en Viena. En Ecuador se ha utilizado hace varias décadas desde la explotación del primer pozo petrolero en Lago Agrio y en Ancón, en construcciones mecánicas para la extracción y

el transporte del petróleo de un lugar a otro, en estas diferentes construcciones se utilizaron varios métodos de inspección como: Las partículas magnéticas, las tintas penetrantes, la gammagrafía industrial y hace poco tiempo el uso de los equipos de arreglo de fases con la técnica de ultrasonido, todos estas técnicas según convenga al campo de aplicación requerida. En la utilización de soldadura era necesaria su valorización y evaluación con pruebas no destructivas a las juntas soldadas así que se utilizó los Ensayos No Destructivos como: las técnicas de inspección superficial, volumétrica y de hermeticidad; las más comunes aplicadas en diferentes construcciones y bajo diferentes criterios de evaluación son las tintas penetrantes, la gammagrafía industrial y el uso de ultrasonido en arreglo de fases.

**TABLA N°1 JUNTAS DIARIAS INSPECCIONADAS POR UNIDAD DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS**

<b>UNIDAD DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS</b>	<b>JUNTAS DIARIAS INSPECCIONADAS</b>
Tintas penetrantes	30
Gammagrafía industrial	15
Ultrasonido	45

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo general**

Valorizar los cordones de soldadura mediante la inspección de ensayos no destructivos como: Tintas penetrantes, gammagrafía industrial y ultrasonido avanzado para elevar los niveles de productividad y calidad en la liberación total de soldadura en tuberías de procesos y de servicios de la Planta de Almacenamiento de GLP ubicado en Monteverde, Península de Santa Elena.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Detallar los ensayos no destructivos utilizados en la Empresa Consorcio GLP Ecuador.
- Analizar las actividades empresariales y su proceso productivo en la Empresa Consorcio GLP Ecuador.
- Analizar la situación problemática en producción/calidad durante el proceso de la liberación de soldadura.
- Proponer la solución a la problemática en el proceso de la liberación de soldadura.
- Analizar el costo-beneficio de la propuesta.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA**

En la planta de Almacenamiento de GLP (Gas Líquido de Petróleo) necesitan entregar la obra y la demora es la unión de las juntas soldadas

que diferentes empresas que fueron contratadas para ese fin, no realizaban su trabajo a tiempo las especificaciones que daban servían solo para aplicarlas en juntas a tope no para las soldaduras realizadas a filete que se manejó de manera muy diferente con el 100% de inspección, lo cual se llevó a la contratación permanente de la empresa como Senocorp S.A. para realizar las inspecciones, el proyecto iniciaba con una producción al día de 2 a 4 juntas sabiendo de antemano que el porcentaje de inspección es diferente, los demás servicios restantes por construir el CONSORCIO GLP contrata a Subcontratistas que le ayudaran con el montaje y construcción de los servicios de los sectores del muelle.

Es necesario controlar el porcentaje correcto de inspección por servicios, las reparaciones de los cordones de soldadura que presentaron discontinuidades, en el avance de inspecciones por día de soldaduras a tope y filete, garantizando la valorización de la calidad interna y externa de la soldadura en cada servicio.

Organizar los ensayos no destructivos por las formas de aplicación según los diámetros establecidos, para la inspecciones con gammagrafía industrial se inspeccionaría cordones de soldadura con diámetros de tubería menor a 3 pulgadas, el ultrasonido avanzado inspeccionaría a los cordones de soldadura a partir de 3 pulgadas en adelante y las tintas penetrantes a los cordones de soldadura tipo filete. Esta división de

trabajo y programación de actividades ayuda a un mejor control de las juntas soldadas y a su más rápida aceptación de las mismas para proceder a la realizaciones de las Pruebas No Destructivas como las pruebas hidrostáticas o neumáticas dependiendo del servicio, en la construcción de las líneas de tubería de los diferentes procesos y al avance de elaboración de cada uno de los Dossieres (Libro de datos) con la documentación completa que servirán para la entrega final del área mecánica de la Planta al cliente FLOPEC (Flota Petrolera Ecuatoriana). Al realizar las inspecciones a los cordones de soldadura con los Ensayos No Destructivos de una forma más organizada y programada de fácil identificación, se alcanzaran las liberaciones de cada isométrico para la recopilación de información y entrega de los Dossieres.

Esto ayudará a que técnicos de Senocorp puedan realizar sus actividades dentro de la planta con todas las facilidades para poder inspeccionar y de esta manera no existan retrasos en su trabajo y al final del cubrir con la producción esperada de cada uno de ellos, con el apoyo de estas subcontratista y la contratista en poder presentar este problema que se plantea solucionar, poder obtener las facilidades en la recolección de información dentro y fuera de la empresa. El Consorcio GLP Ecuador con esto alcanzaría la meta propuesta de entrega de la planta no más tardar para inicios del año 2016 beneficiándose en ahorro de dinero y tiempo que se perdía antes con el uso de la gammagrafía industrial.

## **CAPÍTULO II**

### **LA EMPRESA OBJETO DE ESTUDIO**

#### **2.1 UBICACIÓN DE LA EMPRESA**

El CONSORCIO GLP ECUADOR se encuentra ubicada aproximadamente a 35 Km (Kilómetros) de Salinas, en la Comuna Monteverde, Parroquia Colonche, Cantón y Provincia de Santa Elena.

##### **2.1.1 Ubicación geográfica**

El área terrestre será el terreno que dispone FLOPEC en el sector de Monteverde y sus áreas adyacentes incluida la mencionada población, el sector estará determinado por las coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) Datum WGS84 ( Sistema Geodésico Mundial 1984, siglas en inglés) modelo matemático para describir las coordenadas en sudamérica como se indica en el gráfico #1, mientras que el área de influencia indirecta se considera el cantón Santa Elena.

El Proyecto Terminal Marítimo de Monteverde, está ubicado dentro del territorio conocido como Bahía de Santa Elena. En este sector el paisaje regional dominante, corresponde a un dominio posicional que sobresale

sobre el resto del terreno por su extensión y su origen, se atribuye a los sedimentos fluviales del río Javita. Este dominio será intervenido con la construcción de la tubería de conducción del GLP hasta los tanques de almacenamiento ubicados en tierra firme.

El segundo paisaje tiene relación con el dominio sub estructural formado por los cerros y lomas que forman los terrenos del relieve elevado, cuya altura no sobrepasa los 100 metros.

El cerro Bajaderas de Colonche es el más cercano al área del proyecto.

Se dice que pertenece a este dominio debido al levantamiento del terreno y posterior acción de la erosión.

La zona de Monteverde pertenece a una costa mixta resultado del trabajo combinado de la acumulación de sedimentos de plataforma marina y una vez levantada, sobre ella se han depositado materiales erosionados desde los cerros cercanos.

El tercer dominio geomorfológico regional, se refiere a la línea costera y parte de la plataforma marina. En este dominio existen materiales líticos combinados con restos orgánicos marinos en cantidad y tamaño variables.

Todos los sedimentos a su vez se apoyan sobre las rocas de la formación Socorro. Para la descripción de la geomorfología local, se utiliza la descripción propuesta para los especialistas de la ORSTOM (Oficina de investigación científica y Técnica en el extranjero) y del Ministerio de Agricultura que trabajaron la Carta.

Geomorfológica Salinas escala 1: 200000, que fue publicada por el Instituto Geográfico Militar en el año de 1978.

Los criterios que definen los paisajes existentes en el área son de tipo sub estructural y superficies planas. Los paisajes del primer tipo son nominados como mesas y se representan con el símbolo Me. Cuando se tiene formas de este tipo se adiciona un número que es el parámetro que se refiere a la forma de disección.

Las formas del terreno que corresponden al segundo tipo incluyen las colinas, zonas litorales y zonas fluviales.. En este caso se utiliza las letras Cr para referirse a las colinas seguidas de un número que describe la forma de la vertiente, el desnivel y forma de la cima.

Para formas litorales se utiliza las letras Lt, las que hacen referencia a los ambientes de deposición y acompaña un número para definir el factor condicionante que permitió la formación de este dominio.

Las formas fluviales, también se refieren a las formas planas y se utiliza las letras Fv como descriptivas del ambiente, seguidas de un número que representa la altura de la terraza dentro del paisaje fluvial.

### 2.1.2 Área de Influencia del Proyecto

El área de influencia directa del proyecto comprende dos grandes sectores, el área marítima constituida en el sector de la franja marino-costera adyacente a los terrenos que tiene FLOPEC en las cercanías de la población de Monteverde-Península de Santa Elena, el sector estará determinado por las coordenadas UTM (Datum WGS84) que se indican.

El proyecto se encuentra ubicada en el Cantón Santa Elena de la Provincia de Santa Elena en la Comuna Monteverde.

#### GRÁFICO #1 TABLA DE COORDENADAS DEL ÁREA MARÍTIMA

PUNTO	COORDENADAS	
	ESTE	NORTE
1	529.326,51	9' 771.799,54
2	529.564,29	9' 771.752,49
3	529.522,07	9' 771.549,94
4	529.726,82	9' 771.561,33
5	529.641,38	9' 771.343,68
6	529.785,27	9' 771.262,51
7	529.754,41	9' 771.079,25
8	530.215,36	9' 770.791,72
9	530.368,06	9' 770.696,42
10	530.176,88	9' 770.023,50
11	529.875,13	9' 770.470,22
12	529.534,38	9' 770.977,41
13	529.417,43	9' 771.147,97

Fuente: Consorcio GLP

## GRÁFICO #2 UBICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO MEDIANTE IMAGEN SATÉLITAL.



Fuente: GOOGLEMAPS

## 2.2 LAS ACTIVIDADES EMPRESARIALES

### 2.2.1 Actividades Obras Civiles:

- Movimiento de tierras, excavación y relleno.
- Apertura de vías y estructura de pavimentos.
- Edificaciones.
- Instalaciones hidráulicas sanitarias.
- Derecho de vía, apertura de zanja, bajado y tapado de tubería del ducto.

### **2.2.2 Actividades Mecánicas:**

- Suministro y construcción de esferas soldadas para almacenamiento de GLP.
- Suministro y construcción de recipientes a presión horizontales para almacenamiento de GLP.
- Montaje de tubería, válvulas y accesorios.
- Revestimiento de tubería enterrada.
- Montaje de sistema contra incendios.
- Pintura de equipos mecánicos y tubería.

### **2.2.3 Actividades Eléctricas:**

- Suministro e instalación de transformadores de potencia y distribución.
- Instalación de sistema de puesta a tierra.
- Instalaciones eléctricas de iluminación exterior y en edificios.

### **2.2.4 Actividades De Instrumentación:**

- Instalación, configuración del sistema de medición de flujo de despacho de combustibles.

- Instalación de instrumentación de equipos mecánicos y de control.

### **2.3 Su sistema productivo actual**

El Proyecto “Construcción del Terminal Marítimo y Planta de Almacenamiento de GLP en Monteverde, Provincia de Santa Elena”, consiste en la construcción de la infraestructura necesaria que permita satisfacer las necesidades de almacenamiento Criogénico/Refrigerado y Presurizado con capacidad operativa de 61.000 TM (Toneladas métricas) de GLP en Ecuador, su transporte y entrega para el sector sur del país, así como cubrir parte de la demanda de los países de la cuenca del Pacífico.

En tal virtud, el proyecto constituye en primer lugar, una alternativa técnica y económicamente ventajosa para el país en lo referente a la importación de GLP, con proyección de incrementar en 10.000 TM; en una segunda fase, el Terminal de productos limpios, tales como; gasolina y diesel, con lo cual se constituiría en el futuro un centro de acopio de productos derivados de petróleo que a su vez, facilitaría capitalizar las oportunidades de comercialización de éstos en los países vecinos.

De esta manera, se dispondría de una alternativa económica más conveniente que el actual sistema de almacenamiento flotante y las limitaciones operativas del Terminal de El Salitral en Guayaquil, lo que encarece el producto.

Con el fin de que el país sea el primer beneficiado, el Terminal de almacenamiento en tierra estará conectado a un Terminal de despacho en Pascuales mediante un gasoducto y, en lo relativo a las gasolinas y el diesel, se conectarán a través de un poliducto desde Monteverde hasta La Libertad en una longitud de 23 Km; la construcción de estas últimas obras, gasoductos y Terminal de despacho estarán a cargo de PETROCOMERCIAL..

### **2.3.1 Primera Etapa**

El proyecto en su primera etapa contempla:

- Construcción de un Terminal Marítimo en el sector de Monteverde, el mismo que constará de un muelle con una capacidad para atracar buques de hasta 75.000 DWT (Tonelaje de peso muerto, siglas en inglés).
- Un Terminal de Almacenamiento de GLP con capacidad nominal de 61.000 TM en Monteverde distribuidos en: 2 tanques para

propano de 18.700 TM cada uno, 2 tanques para butano de 8.800 TM cada uno, 2 cilindros presurizados de GLP de 500 TM cada uno, y 3 esferas de 18 m de diámetro para GLP con capacidad de 20.000 barriles (total 5.000 TM), las que podrán ser abastecidas desde el Terminal Marítimo y/o de una nueva refinería de petróleo en la costa ecuatoriana.

### **2.3.2 Segunda Etapa**

Se ha considerado:

- Ampliación de capacidad nominal del Terminal de almacenamiento de GLP en 10.000 TM.
- Infraestructura necesaria para almacenar 400.000 galones de diesel.

### **2.3.3 Capacidad de producción y entrega de GLP**

- Producción: 16.000 TM/día
- Entrega a PETROECUADOR: 8.000 TM/día

## CAPÍTULO III

### ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA EN CALIDAD

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Valorización de los cordones de soldadura en las tuberías de proceso mediante la inspección de tintas penetrantes, gammagrafía industrial y ultrasonido avanzado en la Planta de Almacenamiento de GLP ubicado en Monteverde, Provincia de Santa Elena.

##### 3.1.1 Construcción de SPOOLS (Grupo de materiales soldados).

Para cortar y biselar, cada SPOOLS deberá marcarse utilizando un marcador apropiado para superficies metálicas (marcador metálico) con el número de isométrico claramente identificado, seguido del número correspondiente de tramo fabricado.

#### GRÁFICO #3 IDENTIFICACIÓN DE SOLDADURA



FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Cualquier brida adjunta a cualquier equipo rotativo debe ser identificada para ser “soldada en el campo”, aun cuando un ajuste del largo en el extremo de ese tramo fabricado no se haya previsto.

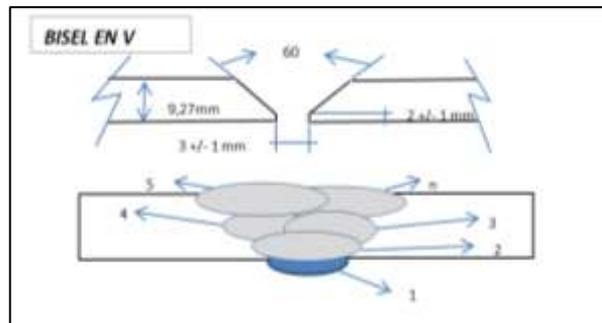
Las dimensiones de los SPOOLS se calcularán entre eje y eje de la tubería según se muestra en los isométricos, menos el avance de cada conexión y la distancia de raíz según el diseño de la junta especificado en el procedimiento de soldadura.

El corte de tubería de acero al carbono se lleva a cabo mediante un proceso mecánico utilizando herramientas cortantes o abrasivas; o mediante un proceso térmico utilizando un proceso de corte de oxi-combustión.

Una vez que se ha cortado la tubería, los biseles son limpiados mediante el uso de un esmeril o cualquier otra máquina de modo que se pueda tener una superficie limpia, lisa, libre de irregularidades y escoria.

El bisel es preparado en estricto acuerdo con la especificación del procedimiento de soldadura.

#### GRÁFICO #4 ESQUEMATIZACIÓN DEL BISEL EN V



FUENTE: CONSORCIO GLP

#### GRÁFICO #5 REALIZACIÓN DEL BISEL EN V

Capa(s) de soldadura	Proceso	Clasificación	Diámetro	Tipo y Polaridad	Rango (A)	Rango (V)	Rango de Velocidad	Progresión de Soldadura
1	GTAW	E6010	2,4 mm	DC -	130 - 160 A	16 - 18	8 - 15 cm/min	↑
2	GTAW	E6010	2,4 mm	DC -	130 - 160 A	16 - 18	8 - 15 cm/min	↑
3	SMAW	E7018	3,2 mm	DC +	110 - 140 A	18 - 21	15 - 25 cm/min	↑
4	SMAW	E7018	3,2 mm	DC +	110 - 140 A	18 - 21	15 - 25 cm/min	↑
5	SMAW	E7018	3,2 mm	DC +	110 - 140 A	18 - 21	15 - 25 cm/min	↑
n	SMAW	E7018	3,2 mm	DC +	110 - 140 A	18 - 21	15 - 25 cm/min	↑

FUENTE: CONSORCIO GLP

Los extremos de la tubería y las conexiones para soldarse a tope deben alinearse lo más precisamente posible de tal manera que coincidan las superficies internas.

Cuando la falta de alineación de las caras internas excede el valor permitido, se utiliza un proceso de esmerilado o torneado en la superficie interna para que pueda obtenerse una transición óptima, ésta nunca deberá tener un ángulo mayor a 30°.

Las bridas que deben traslaparse se colocan perpendicularmente a la tubería de tal manera que la brida sobre salga del extremo de la tubería una distancia igual al grosor de la tubería más 3.2mm (1/8”) o 9.5mm (3/8”), lo que sea menor.

#### **GRÁFICO #6 MEDICIÓN DE LA DISTANCIA**



FUENTE: CONSORCIO GLP  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

#### **GRÁFICO #7 INSPECCIÓN VISUAL**



FUENTE: CONSORCIO GLP  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Aquellas bridas que permanezcan horizontales o verticales deberán colocarse de tal manera que sus orificios queden paralelos a la línea central de la tubería, las conexiones de soldadura de encaje “Socket-Weld” deben colocarse de tal manera que haya un espacio de 1.5mm (1/16”) entre la tubería y el extremo del encaje “socket”.

### **GRÁFICO #8 SOLDADURA SOCKET-WELD**



FUENTE: CONSORCIO GLP  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

### **GRÁFICO #9 COLOCACIÓN DE UN SOCKOLET**



FUENTE: CONSORCIO GLP  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Una vez que los elementos de la junta están alineados y listos, se ponen puntos de soldadura para mantener la alineación de la junta.

Estos puntos de soldadura podrán colocarse según sea necesario dependiendo del diámetro de la tubería, pero al menos debe haber uno en cada cuadrante. El tamaño de los puntos de soldadura no debe ser menor a 10 mm (Milímetros).

Los puntos de soldadura deben realizarse de acuerdo con las variables de pase de raíz dadas en la especificación del procedimiento de soldadura, tomando en cuenta la clase de tubería.

**TABLA #2 PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA**

PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA EN TUBERÍAS		
No.	POSICIÓN	ELECTRODO
WPS-04 SWAW A-106 GR.B	6G	E6010 Y E7018
WPS-11 GTAW A-106 GR. B	6G	ER70S-6
WPS-12 GTAW-SMAWA-106 GR. B	6G	ER70S-6 Y E7018
WPS-16 GTAW A-333 GR. 3	6G	ER80S-Ni2
WPS-17 GTAW-SMAW A333 GR. 3	6G	ER80S-Ni2 y E8018-C2

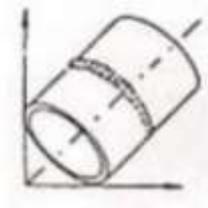
FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Los puntos de soldadura los realiza un soldador calificado utilizando el mismo tipo de electrodo que se usó en el proceso de soldadura del pase de raíz. Cualquier rajadura implica la remoción de los puntos de soldadura.

### GRÁFICO #10 POSICIÓN 6G EN TUBERÍA

Tubo con su eje inclinado a 45 grados respecto a la horizontal. La soldadura se hará sin girar el tubo .



FUENTE: <http://es.slideshare.net/>

El procedimiento WPS-04 (Especificación del procedimiento de soldadura, siglas en inglés), SMAW (Soldadura de arco con metal o varilla recubierta, siglas en inglés), Posición 6G, pide para la raíz y el pase caliente utilizar el electrodo para soldadura eléctrica manual E6010.

E: Electrodo.

60: Para mayor penetración y con la mínima resistencia a la tracción, sin tratamiento térmico post soldadura de 62000 lbs/pulg<sup>2</sup> (libras sobre pulgadas cuadradas) o 62 Ksi (kilo libras sobre pulgadas cuadradas).

1: Este electrodo es apto para soldar en todas las posiciones tales como: Plana, vertical, techo y horizontal.

0: El electrodo trabaja a Corriente Continua con polaridad inversa y un tipo de revestimiento orgánico de alta celulosa, sodio que proporciona un arco fuerte cual se obtiene una penetración profunda.

Para el relleno y capa utilizar el electrodo para soldadura eléctrica manual E7018.

E: Electrodo.

70: Para una penetración media y con la mínima resistencia a la tracción, sin tratamiento térmico post soldadura de 72000 lbs/pulg<sup>2</sup> o 72 Ksi.

1: Este electrodo es apto para soldar en todas las posiciones tales como: Plana, vertical, techo y horizontal.

8: El electrodo trabaja a Corriente Alterna y Corriente Continua con polaridad inversa y un tipo de revestimiento bajo en hidrógeno, potasio, hierro en polvo que proporciona un arco medio, cual se obtiene una penetración media.

El procedimiento WPS-11 GTAW (soldadura por arco de tungsteno con gas), Posición 6G pide para la raíz, el pase caliente, relleno y capa utilizar el electrodo para soldadura por arco protegido ER70S-6.

E: Electrodo.

R: Varilla de aporte.

70: La mínima resistencia a la tracción, sin tratamiento térmico post soldadura de 72000 lbs/pulg<sup>2</sup> o 72 Ksi, utilizando como gas protector el dióxido de carbono CO<sub>2</sub>.

S: Sólido.

6: Este electrodo que posee en su composición química Si (silicio), Mn (manganeso), Cu (cobre), Mo (molibdeno), Cr (cromo), Ni (níquel), S (azufre), P (fósforo) y C (carbono).

Es apto para soldar en todas las posiciones tales como: Plana, vertical, techo y horizontal además el electrodo trabaja a Corriente Continua con polaridad inversa.

El procedimiento WPS-12 GTAW-SMAW Posición 6G pide para la raíz, el pase caliente utilizar el electrodo para soldadura por arco protegido ER70S-6, utilizado en el procedimiento WPS-11 GTAW y para el relleno, capa utilizar el electrodo para soldadura eléctrica manual E7018, utilizado en el procedimiento WPS-04 SMAW.

El procedimiento WPS-16 GTAW (6G) pide para la raíz, el pase caliente, relleno y capa utilizar el electrodo para soldadura por arco protegido ER80S-Ni<sub>2</sub>

E: Electrodo.

R: Varilla de aporte.

80: La mínima resistencia a la tracción, sin tratamiento térmico post soldadura de 72000 lbs/pulg<sup>2</sup> o 72 Ksi, utilizando como gas protector mixta de gas Argón + (> 15-25%) CO<sub>2</sub>.

Ni<sub>2</sub>: Composición química recubierto diseñado para la soldadura aceros de baja aleación con contenido de Ni 2%, finos como para aplicaciones de baja temperatura.

Este electrodo es apto para soldar en todas las posiciones tales como: Plana, vertical, techo y horizontal además el electrodo trabaja a Corriente Continua con polaridad directa.

El procedimiento WPS-17 GTAW-SMAW Posición 6G pide para la raíz, el pase caliente utilizar el electrodo para soldadura por arco protegido ER80S-Ni<sub>2</sub> utilizado en el procedimiento WPS-16 GTAW y para el relleno, capa utilizar el electrodo para soldadura eléctrica manual E8018 C<sub>2</sub>.

E: Electrodo.

80: La mínima resistencia a la tracción, sin tratamiento térmico post soldadura de 82000 lbs/pulg<sup>2</sup> o 82 Ksi.

1: Este electrodo es apto para soldar en todas las posiciones tales como: plana, vertical, techo y horizontal.

8: Este electrodo trabaja a Corriente Alterna y Corriente Continua con polaridad directa es un electrodo de polvo de hierro, poca aleación y bajo

C<sub>2</sub>: Composición química diseñado para soldar aceros de níquel al 3 % y

de aluminio calmado donde las propiedades de impacto a baja temperatura deben ser bueno.

“Los parámetros aprobados en la evaluación de cada procedimiento de soldadura son escritos en la CALIFICACIÓN DE DESEMPEÑO DEL SOLDADOR (ver formato en Anexo 1)”.

### **3.1.2 Inspección de soldadura de los SPOOLS.**

Las inspecciones y pruebas tienen el objetivo de asegurar que la pre-fabricación se ha realizado de acuerdo con los requisitos establecidos en los isométricos (vistas ortogonales de la representación de las tuberías instaladas), planos APC (Aprobados Para la Construcción) y especificaciones del Proyecto.

Explicación de las Nomenclaturas de un plano APC.

E: Emitidos.

De: Documentación Estratégica.

Flo049: Procedimiento N°49 de FLOPEC.

Tub: Tuberías.

200: Código numérico utilizado para tuberías.

XXX: Cuadernillo de isometrías de cada servicio.

**TABLA #3 ISOMETRÍAS DEL PROYECTO**

PLANOS APC	CANTIDAD DE ISOMÉTRICOS	LUGAR
E-DE-FLO049-TUB-200-100	45	MUELLE
E-DE-FLO049-TUB-200-200	179	ESTACIÓN
E-DE-FLO049-TUB-200-101	52	MUELLE
E-DE-FLO049-TUB-200-201	269	ESTACIÓN
E-DE-FLO049-TUB-200-102	54	MUELLE
E-DE-FLO049-TUB-200-202	53	ESTACIÓN
E-DE-FLO049-TUB-200-103	33	MUELLE
E-DE-FLO049-TUB-200-203	90	ESTACIÓN
E-DE-FLO049-TUB-200-104	36	MUELLE
E-DE-FLO049-TUB-200-204	19	ESTACIÓN
E-DE-FLO049-TUB-200-105	54	MUELLE
E-DE-FLO049-TUB-200-205	23	ESTACIÓN
E-DE-FLO049-TUB-200-106	61	MUELLE
E-DE-FLO049-TUB-200-206	111	ESTACIÓN
E-DE-FLO049-TUB-200-107	73	MUELLE
E-DE-FLO049-TUB-200-207	93	ESTACIÓN

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Los tres últimos dígitos de los planos APC indican el código de cada servicio, el 100-200 isometrías del servicio HC, el 101-201 isometrias

de servicio GL, el 102-202 isometrías del servicio SW, el 103-203 el servicio FW, el 104-204 isometrías de los servicios N y ET; el 105-205 isometrías del servicio D, el 106-206 los servicios AS, AI, AP, AE; el 107-207 isometrías de los servicios AD y CD; localizando para el lugar del muelle todos los que son cientos y para estación todos los doscientos.

### **3.1.2.1 Inspección geométrica y dimensional de los tramos fabricados.**

GRÁFICO #11 INSPECCIÓN GEOMÉTRICA



FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

La inspección geométrica se realiza verificando en los cuatro puntos cardinales de un elemento circunferencial la longitud del diámetro con márgenes de error hasta unos tres milímetros de diferencia entre las medidas tomadas a 0°, 90°, 180° y 270°.

GRÁFICO #12 INSPECCIÓN DIMENSIONAL



FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

La inspección dimensional de un SPOOL se realiza verificando junto al plano APC las medidas correctas tanto en el plano como en la construcción soldada, según el plano APC se tomará medidas de centro de un accesorio a otro centro de accesorio y de soldadura a soldadura como se requiere.

### 3.1.2.2 Inspección de alineación y perpendicularidad entre componentes.

GRÁFICO #13 INSPECCIÓN DE ALINEADO



FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

La inspección de alineación se realizará y tiene un punto muy importante ya que este es un factor para que la soldadura no presente defectos exteriores como: Socavado, mordeduras, hi-lo (alto-bajo); la correcta alineación una vez punteada en el perímetro de la tubería se verificará con una regla metálica que no presente una desviación como muestra el gráfico.

## GRÁFICO #14 INSPECCIÓN DE PERPENDICULARIDAD



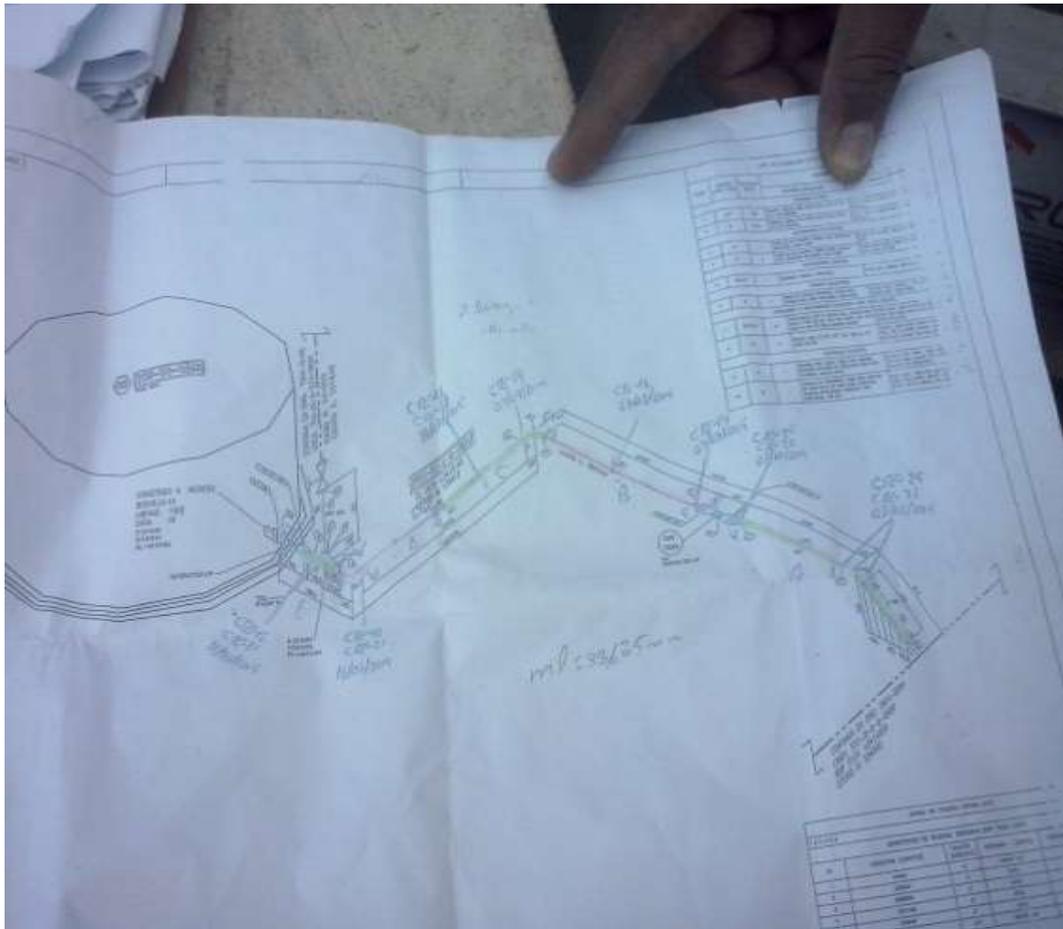
FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

La inspección de la perpendicularidad esta relacionada como muestra la gráfica con las bridas, ya que estas al estar soldadas muchas veces presentan desviación y al momento de embridarse a un equipo o a otra línea de producto, presentan una separación que interfiere en la colocación de espárragos, de esta manera cuidamos estos elementos en forzar para su unión.

**3.1.2.3 Inspección de materiales en estricta observancia a la lista de materiales de cada isométrico.**

**GRÁFICO #15 LISTA DE MATERIALES**



FUENTE: CONSORCIO GLP  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

La inspección de la lista de materiales sirve para saber cuantos metros de tuberías, accesorios y válvulas vas a utilizar en la construcción de una línea de cualquier servicio, además de las especificaciones que contiene cada plano.

## GRÁFICO #16 SPOOLS DE ISOMÉTRICO



FUENTE: CONSORCIO GLP  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Los SPOOLS de isométricos son los diferentes PRE-FABRICADOS que se construyen de un isométrico para dar una mejor facilidad en su armado al momento de su instalación identificándolos con letras como: “SPOOL A”, “SPOOL B”, entre otros.

De esta forma se mantiene un control de cada línea de isométrico para evitar inconvenientes al momento de hacer la conexión en su respectivo lugar.

### 3.1.2.4 Inspección visual a los cordones de soldadura durante y después de su realización.

GRÁFICO #17 INSPECCIÓN VISUAL DE CORDONES



FUENTE: CONSORCIO GLP  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

La inspección visual sirve para identificar las imperfecciones que puede tener una soldadura una vez terminada, en el último pase llamado “capeo”, las imperfecciones que identificamos en una inspección visual son: Mordeduras, socavaduras, cizalladuras, hi-lo.

## GRÁFICO #18 MEDICIÓN DE CAMPO



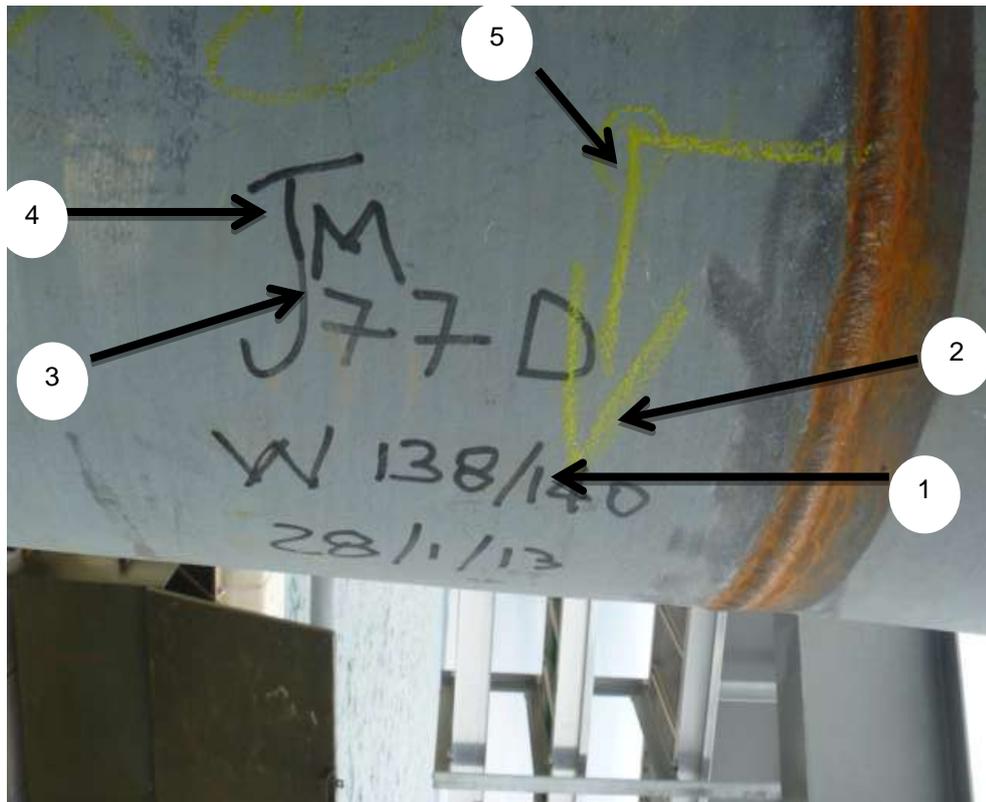
FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Las mediciones en campo de la soldadura se realiza con una herramienta de medición en este caso una galga, lo cual haremos las siguientes mediciones: Medida del hi-lo, medida de la sobremonta no mayor a 3mm y un socabado con profundidad no mayor a 1mm.

### 3.1.2.5 Inspección y registro de la identificación del soldador y fecha de realización en el isométrico.

GRÁFICO #19 IDENTIFICACIÓN DE JUNTA SOLDADA



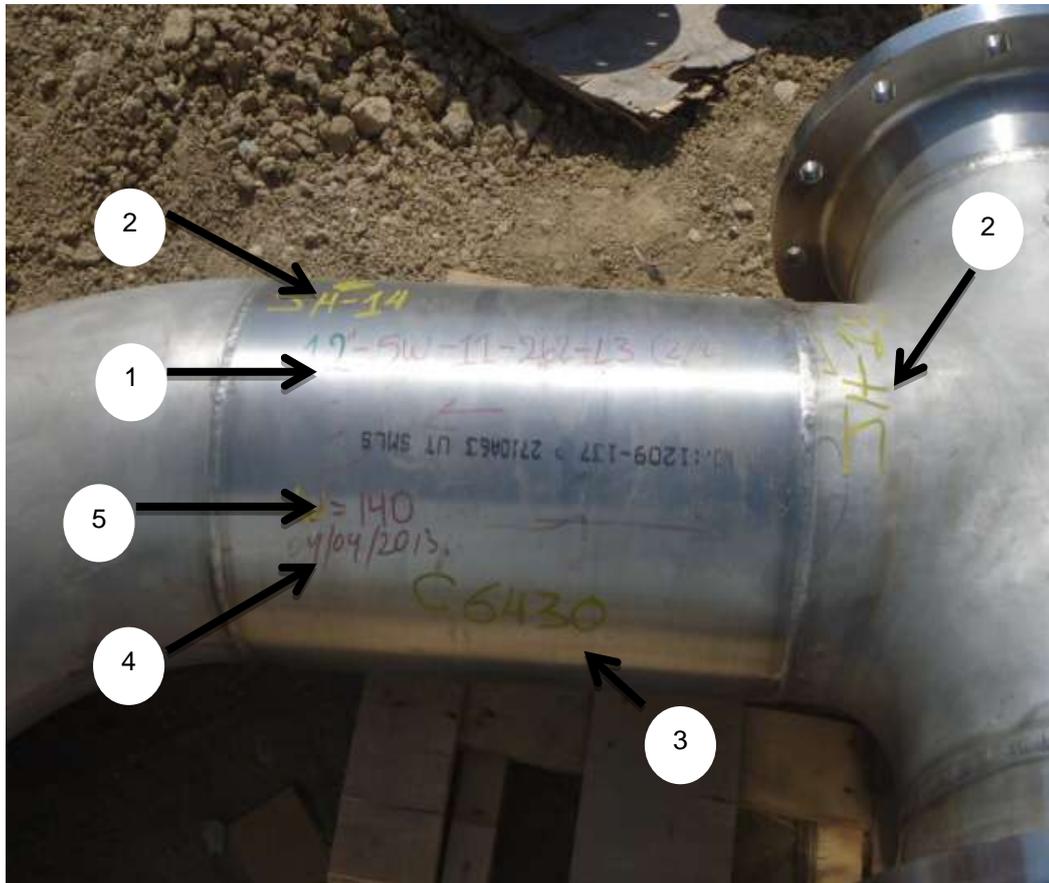
FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

En la identificación de junta soldada se colocará lo siguiente:

1. Fecha de soldado .
2. Estampas de soldadores.
3. Numeración de la junta.
4. Lugar de soldadura.
5. Posición de soldado.

## GRÁFICO #20 IDENTIFICACIÓN DE TRAMO FABRICADO



FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR RICHARD SUAREZ

En la identificación de un tramo fabricado se colocará lo siguiente:

1. Información el isométrico del servicio.
2. Lugar, las juntas numeradas.
3. El SPOOL abreviado.
4. La fecha de soldado.
5. Las estampas de soldadores.



## GRÁFICO #22 INSPECCIÓN DE TRATAMIENTO POST SOLDADURA



FUENTE: CONSORCIO GLP  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

En la inspección de tratamiento post soldadura se controla la temperatura que un proceso de soldadura tiene cuando se realiza su primer pase de raíz a cierta temperatura y las demás temperaturas que tiene en cada pase de soldado hasta llegar al acabado, registrarlas con la identificación de juntas y servicio según corresponda.

### **3.1.3 Montaje de tubería en campo.**

Los tramos PRE-FABRICADOS en el taller son llevados del área de almacenamiento al área de instalación, siguiendo los mismos lineamientos para el almacenamiento de las piezas; es decir, los tramos deben ser protegidos hasta su instalación.

Se tomarán las medidas adecuadas para que los tramos permanezcan limpios una vez instalados.

Tales como:

- Cubrir las bocas de las tuberías con plásticos.
- Colocar la tubería sobre polines.
- Limpieza del sitio donde se va a colocar la tubería.

Al instalar la tubería debe lavarse a chorro con un agente adecuado según las especificaciones del proyecto. El volumen de agua debe ser tal que permita un proceso de lavado a chorro apropiado. En la limpieza se pueden utilizar diferentes tipos de agentes limpiadores como:

- Alcalinos
- Detergentes
- Solventes

Antes de conectar la tubería al equipo, el supervisor responsable deberá asegurarse que la instalación ya ha sido hecha y que la orientación y el nivelado ya han sido verificados. Las bridas que se juntarán a equipos rotativos, se alinean quitando los puntos, si es necesario, para obtener un paralelismo y alineación adecuados entre el equipo y la brida. Las bridas para los equipos se proporcionan con discos ciegos provisionales para evitar el acceso de elementos extraños.

### GRÁFICO #23 INSPECCIÓN DE PARALELISMO



FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

La inspección de paralelismo se verifica con un Nivel de precisión marca Starrett Serie 3097 con fácil lectura, niveles simple de manejo y una sencibilidad hasta de  $\pm 0,02$  mm/m.

### GRÁFICO #24 INSPECCIÓN DE EQUIPO MONTADO



FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

La inspección del equipo montado es para verificar que esté el equipo “bomba centrífuga” completamente montado y que no falta ningún elemento que pueda detener la colocación del grouting que es la base hormigonada de un equipo.

### **3.1.4 Inspección de soldadura instalada.**

La inspección visual se realiza antes, durante y después, tomando cuenta lo siguiente:

- La geometría de las juntas o ítems a soldarse.
- Apariencia y alineación.
- Precalentamiento, si se requiere.
- Posición, varilla de soldadura y cualquier otra variable que se muestra en el proceso de soldadura.
- Estado del pase de raíz después de la limpieza.
- Remoción de escorias entre los pases.
- Refuerzo externo y acabado.
- Tratamiento térmico post-soldadura, si se requiere según los procedimientos de soldadura establecidos.

“ Para la verificación de todos estos parámetros se implementó un registro de inspección de campo como: FORMATO DE INSPECCIÓN EN CAMPO (ver formato Anexo 2)”.

#### **3.1.4.1 Identificación de soldadura en campo.**

Cada soldador calificado tiene un código de identificación que consta de letras y números que deben marcarse claramente con un marcador metálico permanente al lado de cada cordón de soldadura realizado.

**TABLA #4 CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE UN SOLDADOR CALIFICADO**

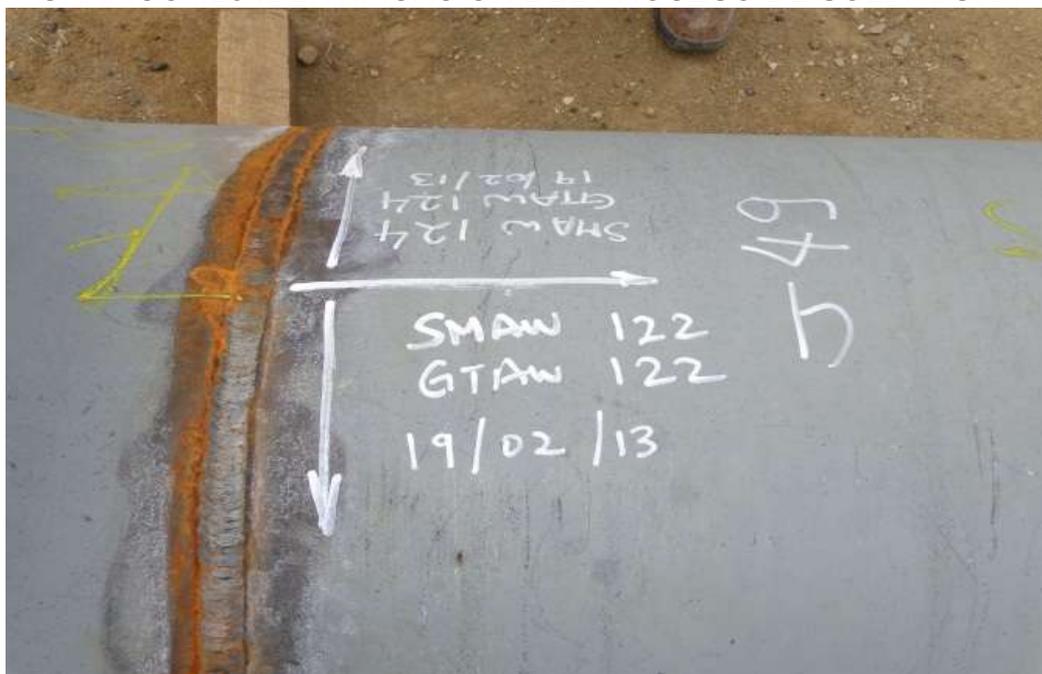
PROCESO	ESTAMPA O SOLDADOR (WELDER)	FECHA
GTAW / GTAW	W-00 / W-00	dd/mm/aa
SMAW / SMAW	W-00 / W-00	dd/mm/aa
GTAW / SMAW	W-00 / W-00	dd/mm/aa

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Si dos o más soldadores realizan el mismo cordón de soldadura, cada uno de ellos debe marcar su código de identificación de modo que su parte correspondiente de soldadura pueda identificarse claramente.

**GRÁFICO #25 IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO DE SOLDADURA**



FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

La soldadura es de proceso mixto “SMAW-GTAW” con pase de raíz, caliente realizado con electrodo y el pase de relleno, capeo con varilla de aporte soldada por el W-122.

#### GRÁFICO #26 IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO DE SOLDADURA



FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Como muestran las gráficas 25 y 26 respectivamente esta es la forma correcta de identificación de una junta de soldadura con los diferentes procesos utilizados en estos casos el mixto “Gtaw-Smaw”, en donde observamos en estas juntas de gran diametro fueron interevenidas por dos soldadores compartiendose el soldador “W-122” en forma horaria y el “W-124” en forma antihoraria del mismo lugar donde empezaron.

En un juego separado de isométricos, el supervisor de soldadura deberá registrar en cada junta el código de identificación del soldador, la fecha de realización y el número de reporte gammagráfico u otro método no destructivo o inspección a los que hayan sido sometidos las juntas.

Este mapa de soldadura queda a cargo del supervisor de calidad y los inspectores podrán tener acceso a él en cualquier momento con fines de auditoría. “MAPA DE SOLDADURA (ver Anexo 3)”.

Para el registro diario de soldadura se utilizará un formato de reporte diario de soldadura el cual contendrá:

- La identificación del isométrico elaborado.
- El diámetro soldado.
- El tipo de proceso utilizado en este caso puede ser: Gtaw, Smaw o Gtaw/Smaw.
- El tipo de unión filete o tope.
- La estampe del soldador.
- La fecha de soldado.
- El número de Junta.
- El tipo de END (Ensayo No Destructivo) realizado a la misma si el caso amerite.

“Para observar como se va digitalizando podemos observar un ejemplo del REPORTE DIARIO DE SOLDADURA (ver Anexo 4)”.

#### Requisitos de un soldador calificado:

- Saber los procesos de soldadura e identificación de los materiales a utilizar.
- Experiencia mínima 6 meses en actividad respaldada de un certificado. (ver Anexo 5).
- Realizar la calificación del proceso junto con el procedimiento utilizado en el proyecto.
- Esperar los resultados de los ensayos realizados para su evaluación final.
- Elaborar el registro de calificación según el procedimiento de soldadura aprobada.

#### Requisitos de un ayudante de soldador:

- Saber que materiales se utilizan para la realización de una soldadura.
- Manipulación de una pulidora eléctrica.
- Saber cortar tubería.
- Saber realizar un bisel.
- Saber puntear.
- Experiencia mínima 6 meses de capacitación respaldada de un certificado. (ver Anexo 5).

### 3.2 ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO.

TABLA #5 ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN LA SOLDADURA

MANO DE OBRA	MATERIA PRIMA	MÁQUINAS Y EQUIPOS
Soldadores	Tubería	Máquina soldadora
Tuberos	Varillas de aporte	Moladoras
Esmeriladores	Disco de corte	Camión grúas
Supervisor de Producción	Gratas	Tecles
Supervisor de Calidad	Electrodos	Grúas
Fiscalizador	Flexómetros	Tele handler
	Botellas de Argón	Esmeriladora

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

### 3.3 APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS TÉCNICAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.

#### 3.3.1. Analisis por estudio de métodos para medir productividad.

En la liberación de soldadura en campo.

Condiciones humana:

- Trabajos sin horas recompensadas.

En las liberaciones de soldadura en campo con los END surgieron inconvenientes debido a la impuntualidad al momento de realizar los pagos de facturas de los END realizados a las inspecciones en soldadura.

Esto ocasionó malestar en el personal y también demoras en el avance de los trabajos diarios.

## GRÁFICO #27 EJEMPLO DE FACTURA IMPAGA

	<b>SENOCORP S.A.</b> ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radiografía</li> <li>• Ultrasonido</li> <li>• Partículas Magnéticas</li> <li>• Líquidos penetrantes</li> <li>• Inspección Visual</li> <li>• Prueba de Vacío</li> <li>• Calificación de Soldadores</li> <li>• Calificación de Procedimientos</li> <li>• Medición de Espesores de Pintura</li> <li>• Metalografía</li> </ul>
Av. Democracia Otda. Los Alamos Dos Mz. J-56 Solar 18. Edif. Coop. Guayaquil Telfs: 04-229 3375 - 094 219116 - 098 289224 - Fax: 04-603 7058 Email: senocorp@gmail.com • Guayaquil - Ecuador Autorización SRI: 1111487295			
R.U.C.: 0992389907001		FACTURA	001-001- <b>Nº 0001096</b>
FECHA: <b>OCTUBRE 8/2013</b>	CLIENTE: <b>CONSORCIO GLP ECUADOR</b>	RUC./CI: <b>1792299985001</b>	
DIRECCION: <b>AV. 6 DE DICIEMBRE N37-183 Y EL COMERCIO</b>		TELEFONO - FAX: <b>2850608</b>	
ORDEN DE TRABAJO:	PROYECTO:	GUIA DE REMISION: <b>0</b>	
EMITIR CHEQUE A NOMBRE DE SENOCORP S.A.			
CANTIDAD	DESCRIPCION DE SERVICIO Y/O DETALLES	V. UNITARIO	VALOR TOTAL
11	DIAS DE UNIDAD RADIOGRAFICA LOS DIAS 8,9,17,21,23,24,28, 29,30 DE SEPTIEMBRE/2013	450.00	4950.00
11	DIAS DE UNIDAD RADIOGRAFICA LOS DIAS 8,9,17,21,23,24,28, 29,30 DE SEPTIEMBRE/2013	450.00	4950.00
 SENOCORP S.A. Firma Autorizada		_____ Firma del Cliente	
		Subtotal 12%	9900.00
		Subtotal 0%	0.00
		Descuento	0.00
		Subtotal	9900.00
		I.V.A. 12%	1188.00
		<b>VALOR TOTAL</b>	<b>11088.00</b>
SON: <b>ONCE MIL OCHENTA Y OCHO 00/100 DOLARES</b>			
CONDICIONES DE PAGO:			
OBSERVACIONES:			

FUENTE: CONSORCIO GLP  
 ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

- Trabajos bajo la lluvia.

### GRÁFICO # 28 INFORME SUSPENDIDO POR LLUVIAS



**SENOCORP S.A.**  
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

**REPORTE DE INSPECCIÓN POR RADIOGRAFÍA**

Cliente: <b>Consortio GLP Ecuador</b> Atención: <b>Ing. Freddy Mantilla</b>		PROYECTO: <b>GLP Montevideo</b> ELEMENTOS INSPECCIONADOS: <b>Superficie de Sold.</b> <b>PPE RISK</b>	
Informe N°: <b>332</b>	Procedimiento N°: <b>KE-01-2013</b>	Fecha (mes / día / año): <b>02 / 17 / 2015</b>	Unidad N°: <b>03</b>
Material: <b>ALU</b>	Cód. Aplicación: <b>ASME 9313</b>	N° Págs.: <b>1</b>	
Ubicación: <b>Montevideo</b>	Línea: <b>EX 192</b>	Fuente de Radiación: <b>Ir 192</b>	Lugar: <b>Montevideo</b>
Material Radiografía: <b>2-4</b>	L.G.L.: <b>ASTM B 0.005</b>	Parcialidad de Plano: <b>Cilind</b>	Exposición: <b>Cilind</b>
			Técnica: <b>PDFus</b>
			Revelado: <b>manual</b>

IDENTIFICACIÓN	N° SOLDADOR	LOCALIZACIÓN RADIOGRÁFICA	N° PLACAS	DIÁMETRO	ESPESOR	INTERPRETACIÓN		UBICACIÓN Y TIPO DE DEFECTO
						ACEPTAR	RECHAZAR	
1 41 *	154	011405B1672	4	16"	30	✓		OK
1 2 *	154	011305B1672	4	16"	30	✓		OK
1 3 *	154	011405B1672	4	16"	30	✓		OK
1 43 *	137/154	011405B1672	4	16"	30	✓		OK
1 44 *	137/154	011405B1672	4	16"	30	✓		OK
1 46 *	137/154	011405B1672	4	16"	30	✓		OK
/								<p><i>Se suspendió el trabajo a las 20:30 hrs. lluvia permanente.</i></p>

Nota

IP: Penetración Incompleta; IPO: Penetración Incompleta por Desaluminamiento; IF: Fusión Incompleta entre Pasos; IC: Concavidad Interna; EC: Concavidad Externa; B: Quemón; ESI: Inclusiones de Escoria Alargadas; ISI: Inclusiones de Escoria Atadas; P: Porosidad; GP: Porosidad Agrupadas; PP: Porosidad Cónicas; HB: Porosidad Alinhada; C: Fisuras; EU: Mordedura Externa; IU: Mordedura Interna; AD: Acumulación de Discontinuidades; O: Otro.

N° de soldaduras radiografiadas: <b>6</b>	N° de radiografías: <b>29</b>
NOMBRE: <b>Juan Martínez</b> CALIFICADOR	NOMBRE: <b>J. Mantilla</b> FISCALIZADOR
NOMBRE: <b>Freddy Mantilla</b> CLIENTE	

Radiografía Industrial • Ultrasonido • Partículas Magnéticas • Líquidos penetrantes • Inspección Visual  
 Prueba de Vacío • Calificación de Soldadores • Medición de Espesores de Pintura

FUENTE: CONSORCIO GLP  
 ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Como observamos en el gráfico existe una nota escrita en el Informe N° 332 de gammagrafía, que después de realizar la inspección a 6 juntas de soldadura suspenderán los trabajos por lluvia permanente, de esta

manera apreciamos la consecuencia del mal tiempo y la baja producción de esta unidad de END.

Condiciones tecnológicas:

- Máquina de soldar obsoleta.

GRÁFICO #29 MÁQUINA DE SOLDAR UTILIZADA



FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Las máquina de soldar o llamada también fuente de poder son un factor importante dentro de la realización de una soldadura , si esta máquina no esta calibrada y no tiene su respaldo del mismo no servirá para utilizarla; además de saber si es capaz de ejecutar los procesos en SMAW y GTAW utilizados en el proyecto.

GRÁFICO #30 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

- Pulidoras inadecuadas para el trabajo.

GRÁFICO #31 PULIDORA INADECUADA



FUENTE: CONSORCIO GLP  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Los trabajos de soldadura utilizan las pulidoras en la realización de biseles y cortes, esta máquina debe estar completamente equipada con su protección antichispa, en la gráfica podemos observar que no contiene dicha protección.

Condiciones económicas:

- Compra de materiales defectuosos.

GRÁFICO #32 MATERIAL CON DEFECTOS



FUENTE: CONSORCIO GLP  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

### GRÁFICO #33 ACCESORIO CON DEFECTOS



FUENTE: CONSORCIO GLP  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Como podemos observar en el gráfico el accesorio contiene defectos en el material base, es necesario reportarlos al vendedor para efectuar el cambio, de esta manera no se logrará repetir estos inconvenientes que ocasionan retrasos en el avance de instalación de tuberías en los diferentes lugares del proyecto.

### 3.3.2. Análisis por estudio de tiempo para medir productividad.

Método tintas penetrantes por junta inspeccionada.

IMAGEN #1 CURSOGRAMA DE INSPECCIÓN CON TINTAS PENETRANTES A JUNTAS SOLDADAS

CURSOGRAMA ANALITICO DEL TRABAJO								
DIAGRAMA 1, HOJA 1	RESUMEN							
	ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA				
	Operación	○						
<b>OBJETO:</b> Análisis del proceso de producción	Transporte	⇒						
<b>ACTIVIDAD:</b> INSPECCIÓN CON TINTAS PENETRANTES A JUNTAS SOLDADAS	Espera	D						
	Inspección	□						
<b>METODO ACTUAL</b>	Almacenamiento	▽						
	DISTANCIA (metros)							
<b>LUGAR:</b> Área de producción	TIEMPO (minutos)							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA (M)	TIEMPO (MIN)	SÍMBOLO			OBSERVACIONES	
				○	⇒	D		□
Identificación de junta a inspeccionar	N/A	N/A	2	●				
Evaluación visual de la soldadura	N/A	N/A	1				●	
Limpieza con grata	N/A	N/A	3	●				
Aplicación del limpiador SKC-S	N/A	N/A	2	●				
Limpieza de aceites y grasas.	N/A	N/A	2	●				
Aplicación del penetrante SKL - SP1	N/A	N/A	2	●				
Tiempo de penetrante SKL - SP1	N/A	N/A	10				●	Tiempo para reacción química.
Aplicación del limpiador SKC-S	N/A	N/A	2	●				
Limpieza de aceites y grasas.	N/A	N/A	2	●				
Aplicación del revelador SKD - S2	N/A	N/A	2	●				
Tiempo de revelador SKD - S2	N/A	N/A	2				●	Tiempo para reacción química.
Evaluación visual de las tintas penetrantes	N/A	N/A	2				●	
								Si existen muchas juntas en el mismo sitio de trabajo de puede liberar todas juntas
<b>Total</b>	N/A	N/A	32					

FUENTE: CONSORCIO GLP  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

En el siguiente cursograma podemos observar las diferentes actividades para realizar las tintas penetrantes en las juntas soldadas a filete el cual intervienen ocho operaciones, dos inspecciones y dos esperas por el tiempo de reacción química de las tintas pentrantes, con un tiempo total

de 32 minutos por cada inspección cabe resaltar que si existen en el sitio muchas juntas se puede liberar simultáneamente.

Método gammagrafía por junta inspeccionada.

## IMAGEN #2 CURSOGRAMA DE INSPECCIÓN GAMMAGRÁFICA DE JUNTAS SOLDADAS

CURSOGRAMA ANALITICO DEL TRABAJO					
DIAGRAMA 2 , HOJA 2	RESUMEN				
	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA		
<b>OBJETO:</b> Análisis del proceso de producción	Operación	○			
	Transporte	⇒			
<b>ACTIVIDAD:</b> INSPECCIÓN CON GAMMAGRAFIA A JUNTAS SOLDADAS	Espera	D			
	Inspección	□			
<b>METODO ACTUAL</b>	Almacenamiento	▽			
	DISTANCIA (metros)				
<b>LUGAR:</b> Área de producción	TIEMPO (minutos)				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA (M)	TIEMPO (MIN)	SÍMBOLO	OBSERVACIONES
Identificación de junta a inspeccionar	N/A	N/A	2	○	
Evaluación visual de la soldadura	N/A	N/A	1	⇒	
Armado de plantilla de la junta soldada	N/A	N/A	3	D	
Colocación de la pastilla protectora	N/A	N/A	1	□	
Verificación de contaminación radioactiva	N/A	N/A	1	▽	
Colocación de la plantilla sobre película gammagrafica	N/A	N/A	1	○	
Colocación de plantilla/película en junta soldada	N/A	N/A	2	⇒	
Colocación de la cinta de medida longitudinal	N/A	N/A	1	D	
Verificación de contaminación radioactiva	N/A	N/A	1	□	
Inicio del disparo gammagráfico	N/A	N/A	1	▽	
Finalización del disparo gammagráfico	N/A	N/A	1	○	Haber liberado 30m de diámetro del sitio de trabajo
Verificación de contaminación radioactiva	N/A	N/A	1	⇒	
Se retira plantilla con película gammagrafiada	N/A	N/A	2	D	
Se retira fuente gammagráfica	N/A	N/A	2	□	
	N/A	N/A	1	▽	Aplicado solamente a una junta inspeccionada
<b>Total</b>	N/A	N/A	21		

FUENTE: CONSORCIO GLP  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

En el siguiente cursograma podemos observar las diferentes actividades para realizar la gammagrafía en las juntas soldadas a tope el cual intervienen diez operaciones, cinco inspecciones debido al control de radiación en el área de trabajo, finalmente toda esta inspección tiene un tiempo total de 21 minutos por junta soldada, aquí no se puede realizar la inspección de varias juntas a la vez .



## IMAGEN N°4 INFORME DE GAMMAGRAFÍA 164



**SENOCORP S.A.**  
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

**REPORTE DE INSPECCIÓN POR RADIOGRAFÍA**

Cliente: <b>Consortio GLP Ecuador</b> Ing: Freddy Manilla		Proyecto: <b>GLP Montverde</b> Elementos Inspeccionados: <b>Cordones de Soldadura</b>	
Informe N°: <b>164</b>		Fecha (mm / dd / aa): <b>12-28-12</b>	
Ubicación: <b>Montverde</b>		Unidad N°: <b>4</b>	
Dimensiones Radiográficas: <b>2-4</b>		Material: <b>A 106 Gr B WPS 12</b>	
Límite: <b>J-192</b>		Método: <b>ASME B31.3</b>	
Fuente de Radiación: <b>J-192</b>		Cód. Aceptación: <b>ASME B31.3</b>	
T.O.T.: <b>ASTM B 202</b>		Distancia Foco Película: <b>Varios</b>	
Pasadas de Película: <b>0,002</b>		Técnica: <b>FD/W</b>	
Exposición: <b>0,1mm</b>		Revelado: <b>Manual</b>	

IDENTIFICACIÓN	N° de SOLDADURA	LOCALIZACIÓN RADIOGRÁFICA	PLACAS	DIÁMETRO	ESPESOR	INTERPRETACIÓN		UBICACIÓN Y TIPO DE DEFECTO
						ASERTAR	RECHAZAR	
J 100	2/103	GL03002L714	4	18"	STD	✓	X	WP (28-37) ✓ (185)
J 109	2/103	GL03002L714	4	18"	STD	✓	X	WP ✓ (185)
J 108	2/103	GL03002L714	4	18"	STD	✓	X	WP (24-37) (185) (184) (184) (184)
J 107	2/103	GL03002L714	4	18"	STD	✓	X	WP (24-37) (185) (184) (184) (184)
J 106	2/103	GL03002L714	4	18"	STD	✓	X	WP (24-37) (185) (184) (184) (184)
J 105	2/103	GL03002L714	4	18"	STD	✓	X	WP (24-37) (185) (184) (184) (184)
J 103	2/103	GL03002L714	4	18"	STD	✓	X	WP (24-37) (185) (184) (184) (184)
J 114	92/84	FW19012.823	3	10"	STD	✓	X	WP (24-37) (185) (184) (184) (184)
J 118	92/84	FW19012.823	3	10"	STD	✓	X	WP (24-37) (185) (184) (184) (184)
J 119	92/84	FW19012.823	3	10"	STD	✓	X	WP (24-37) (185) (184) (184) (184)

IP: Penetración Incompleta; IPT: Penetración Incompleta por Desalinhamento; IF: Fuga Incompleta entre Placas; IG: Concavidad Interna; EC: Concavidad Externa; ST: Quemado; CS: Inclusões de Escoria; IS: Inclusões de Escoria Alinhadas; P: Porosidad; CP: Porosidad Agrupadas; WP: Porosidad Alinhadas; G: Fugas; EH: Morchadura Externa; EI: Morchadura Interna; AD: Acumulação de Discontinuidades; O: Otro.

N° de soldaduras radiografiadas: <b>10</b> de radiografías: <b>37</b>	
FISCALIZADOR: 	CLIENTE: 

SENOCORP S.A. - Radiografía Industrial - Ultrasonido - Partículas Magnéticas - Líquidos Penetrantes - Inspección Visual - Prueba de Vaco - Corrosión de Soldaduras - Dirección de Espesores de Pintura

FUENTE: CONSORCIO GLP  
 ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

En los análisis de laboratorio una vez revisadas las placas por parte de la fiscalización nos encontramos con las siguientes novedades tal como muestra la siguiente imagen N°4 del informe de gammagrafía N°164 existen unos puntos rojos como observaciones en películas o placas gammagráficas, denota la inexistencia de algunos defectos aprobados por los técnicos de Senocorp y no aprobados por la fiscalización; de diez juntas inspeccionadas encontramos las siguientes novedades seis juntas para reparación y cuatro juntas aprobadas.



IMAGEN N°6 INFORME DE GAMMAGRAFÍA 325

**SENOCORP S.A.**  
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

**REPORTE DE INSPECCIÓN POR RADIOGRAFÍA**

CLIENTE: <b>CONSORCIO GLP</b> Ubicación: <b>ING. Freddy Masilla</b>		PROYECTO: <b>GLP Montevideo</b> ELEMENTOS INSPECCIONADOS: <b>Corrosión de Soldadura</b>	
Informe N°: <b>536</b>	Procedimiento N°: <b>R-01-2013</b>	Fecha Emisión: <b>14/07/2013</b>	Unidad N°: <b>01</b>
Material: <b>A307 GR3</b>	Cód. Aceptación: <b>ADNF 3313</b>	N° Páginas: <b>1</b>	
Emisor: <b>IB 112</b>	Fecha de Emisión: <b>14/07/2013</b>	Lugar: <b>Montevideo</b>	Distancia Fuente Película: <b>0.50F</b>
Densidad Radiográfica: <b>2.4</b>	L.O.L.: <b>ASME</b>	Partidas de Plano: <b>0000</b>	Exposición: <b>20-15</b>
		Revisado: <b>Manual</b>	

IDENTIFICACIÓN	N° SOLDADOR	LOCALIZACIÓN RADIOGRÁFICA	IP FUSIÓN	DIÁMETRO	ESPESOR	INTERPRETACIÓN		UBICACIÓN Y TIPO DE DEFECTO
						ACEPTAR	RECHUZAR	
JH5 *	78	SHC-02-4001271-3	3	8	SDP	/	/	OK - NITE
JH6 *	78	SHC-02-4001271-3	3	8	SDP	/	/	OK - NITE
JH7 *	78	SHC-02-4001271-3	3	8	SDP	/	/	OK - NITE
JH8 *	78	SHC-02-4001271-3	3	8	SDP	/	/	OK - NITE
JH9 *	78	SHC-02-4001271-3	3	8	SDP	/	/	OK - NITE
JH10 *	78	SHC-02-4001271-3	3	8	SDP	/	/	OK - NITE
JH11 *	141	SHC-02-4001271-3	3	8	SDP	/	/	OK - NITE
JH12 *	148	SHC-02-4001271-3	3	8	SDP	/	/	OK - NITE
JH13 *	129	SHC-02-4001271-3	3	8	SDP	/	/	OK - NITE
JH14 *	153	SHC-02-4001271-3	3	8	SDP	/	/	OK - NITE
JH15 *	156	SHC-02-4001271-3	3	8	SDP	/	/	OK - NITE
JH16 *	156	SHC-02-4001271-3	3	8	SDP	/	/	OK - NITE
JH17 *	156	SHC-02-4001271-3	3	8	SDP	/	/	OK - NITE

IP: Penetración Incompleta; IPB: Penetración Incompleta por Desalineamiento; IF: Fusión Incompleta entre Fases; IC: Concavidad Interna; EC: Concavidad Externa; EQ: Quemadura; EBI: Inclusiones de Escoria Alargadas; IBI: Inclusiones de Escoria Anulares; P: Porosidad; GP: Porosidad Agrupada; GP: Parasitismo Gaseoso; HBI: Porosidad Alargada; C: Fisuras; EE: Mordedura Externa; IE: Mordedura Interna; AD: Acumulación de Discontinuidades; O: Otro.

N° de soldaduras radiografiadas: **12**  
 N° de radiografías: **36**

CALIFICADOR: 	FISCALIZADOR: 	CLIENTE: 
--	---	--

Radiografía Industrial - Ultrasonido - Partículas Magnéticas - Líquidos penetrantes - Inspección Visual  
 Pruebas de Viento - Calificación de Soldadores - Medios de Suspensión de Pintura  
 OFICINA: 04-229 3375 • Fax: 04-603 7680 • P.O.BOX: 094 21916 • MOVISTAR: 098 288224  
 Email: info@senocorp.com • Guayaquil - Ecuador

FUENTE: CONSORCIO GLP  
 ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

En los análisis de laboratorio una vez revisadas las placas por parte de la fiscalización nos encontramos con las siguientes novedades tal como muestra la siguiente imagen N°6, del informe de gammagrafia N°325 existen unos puntos rojos como observaciones en películas o placas gammagráficas, denota la inconsistencia de algunos defectos aprobados por los técnicos de Senocorp y no aprobados por la fiscalización; de trece juntas inspeccionadas encontramos lo siguiente tres juntas para reparación y nueve juntas aprobadas.

## IMAGEN N°7 INFORME DE GAMMAGRAFÍA 536



### REPORTE DE INSPECCIÓN POR RADIOGRAFÍA

Cliente: <b>Consorcio GLP Ecuador</b> Atención: <b>Ing. Freddy Mantilla</b>		Proyecto: <b>GLP Monteverde</b> Elementos Inspeccionados: <b>60 ROSALES DE 3-4.0.</b>	
Informe N°: <b>325</b> Estación: <b>Monteverde</b> Cantidad Radiografías: <b>2-4</b>	Procedimiento N°: <b>PC-01-2003</b> Línea: <b>23 192</b> L.O.L.: <b>ASTM B</b>	Fecha (mm / dd / aa): <b>02 / 15 / 2013</b> Puntos de Radiación: <b>Monteverde</b> Pantallas de Fluoro: <b>0.005</b> Exposición: <b>Cifra</b>	Unidad N°: <b>03</b> Material: <b>R333043</b> Película: <b>ASTA D9</b> Técnica: <b>PIV</b> Revelado: <b>Manual</b>

IDENTIFICACIÓN	SOLUCIÓN	LOCALIZACIÓN RADIOGRÁFICA	# PLACAS	DIÁMETRO	ESPESOR	INTERPRETACIÓN		UBICACIÓN Y TIPO DE DEFECTO
						ACEPTAR	RECHAZAR	
110°	123/118	HC.22.530L110	3	12"	STD	✓		OK
111°	123/118	HC.22.530L111	3	12"	STD	✓		OK
112°	123/118	HC.22.530L112	3	12"	STD	✓		OK
113°	123/118	HC.22.530L113	3	12"	STD	✓		OK
114°	123/118	HC.22.530L114	3	12"	STD	✓		OK
115°	123/118	HC.22.530L115	3	12"	STD	✓		OK
134B°	123/118	HC.22.530L134	3	12"	STD		X	OK (34° 35")
131°	123/118	HC.22.530L131	3	12"	STD		X	OK (A 11")
132°	123/118	HC.22.530L132	3	12"	STD	✓		OK
11°	153	HC.18.335L11	3	4"	STD		X	OK (9° 10")
12°	153	HC.18.335L12	3	4"	STD	✓		OK
11°	153	HC.18.335L11	3	4"	STD	✓		OK
12°	153	HC.18.335L12	3	4"	STD	✓		OK

IP: Penetración Incompleta; IPI: Penetración Incompleta por Desalineamiento; IF: Fusión Incompleta entre Pases; IC: Concavidad Interna;  
 EC: Concavidad Externa; BT: Quemón; ESI: Inclusiones de Escoria Alargadas; ISI: Inclusiones de Escoria Alargadas; PI: Porosidad;  
 GP: Porosidad Agrupadas; GP: Porosidad Gravitaria; HB: Porosidad Alineada; C: Fisuras; EU: Mordedura Externa; IU: Mordedura Interna;  
 AD: Acumulación de Discontinuidades; O: Otro.

# de soldaduras radiografiadas: <b>13</b> de radiografías: <b>37</b>		
HOMBRE: <b>Juan P. Torres</b> CALIFICADOR	HOMBRE: <b>J. Suárez</b> ESCALADOR	HOMBRE: <b>[Firma]</b> CLIENTE

FUENTE: CONSORCIO GLP  
 ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

En los análisis de laboratorio una vez revisadas las placas por parte de la fiscalización nos encontramos con las siguientes novedades tal como muestra la siguiente imagen N°7, del informe de gammagrafía N°536 existen unos puntos rojos como observaciones en películas o placas gammagráficas, denota la inconsistencia de algunos defectos aprobados por los técnicos de Senocorp y no aprobados por la fiscalización; de doce juntas inspeccionadas encontramos lo siguiente: Dos juntas para reparación y diez juntas aprobadas.



## IMAGEN N°9 INFORME DE GAMMAGRAFÍA 740



**SENOCORP S.A.**  
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

**REPORTE DE INSPECCIÓN POR RADIOGRAFÍA**

CLIENTE: <i>CONSORCIO GLP</i>		PROYECTO: <i>Gas Natural</i>	
REGIÓN: <i>San Diego</i>		ELEMENTOS INSPECCIONADOS: <i>Compuera de Soldadura</i>	
Informe N°: <b>740</b>	Procedimiento N°: <i>20</i>	Fecha (mm / dd / aa): <i>20</i> / <i>07</i> / <i>2018</i>	Unidad N°: <i>20</i>
Labrador: <i>[Signature]</i>	Linea: <i>1</i>	Punto de Radiación: <i>1</i>	Material: <i>304</i>
Donante Radiográfica: <i>20</i>	COL: <i>20</i>	Posición de Plano: <i>20</i>	Exposición: <i>20</i>
			Técnica: <i>20</i>
			Revelador: <i>20</i>
			Gál. Acoplación: <i>20</i>
			Nº Placa: <i>20</i>
			Película: <i>20</i>
			Distancia Fuente Película: <i>20</i>

IDENTIFICACIÓN	N° SOLDADOR	LOCALIZACIÓN RADIOGRÁFICA	N° PLACA	DIÁMETRO	ESPESOR	INTERPRETACIÓN		UBICACIÓN Y TIPO DE DEFECTO
						ACEPTAR	RECHUZAR	
10	100	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
11	101	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
12	102	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
13	103	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
14	104	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
15	105	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
16	106	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
17	107	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
18	108	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
19	109	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
20	110	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
21	111	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
22	112	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
23	113	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
24	114	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
25	115	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
26	116	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
27	117	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
28	118	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
29	119	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
30	120	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
31	121	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
32	122	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
33	123	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
34	124	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
35	125	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
36	126	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
37	127	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
38	128	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
39	129	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
40	130	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
41	131	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
42	132	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
43	133	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
44	134	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
45	135	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
46	136	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
47	137	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
48	138	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
49	139	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C
50	140	100-1000-1111-5	1	3"	3/8"	✓		W/C

IF: Penetración Incompleta; IPD: Penetración Incompleta por Desaliniamiento; IF: Fisión Incompleta entre Yemas; IC: Concavidad Interna;  
 EC: Concavidad Externa; ET: Cavidad; ES: Inclusiones de Escoria Abiertas; IS: Inclusiones de Escoria Abiertas; P: Porosidad;  
 GP: Porosidad Agrupadas; PB: Porosidad Alargada; C: Fisuras; EU: Morchadura Externa; WI: Morchadura Interna;  
 AD: Acumulación de Discontinuidades; O: Otro.

de soldaduras radiografiadas: *21*

Nº de radiografías: *48*

LABORADOR: *[Signature]*

NOMBRE: *[Signature]*

FISCALIZADOR

NOMBRE: *[Signature]*

CLIENTE

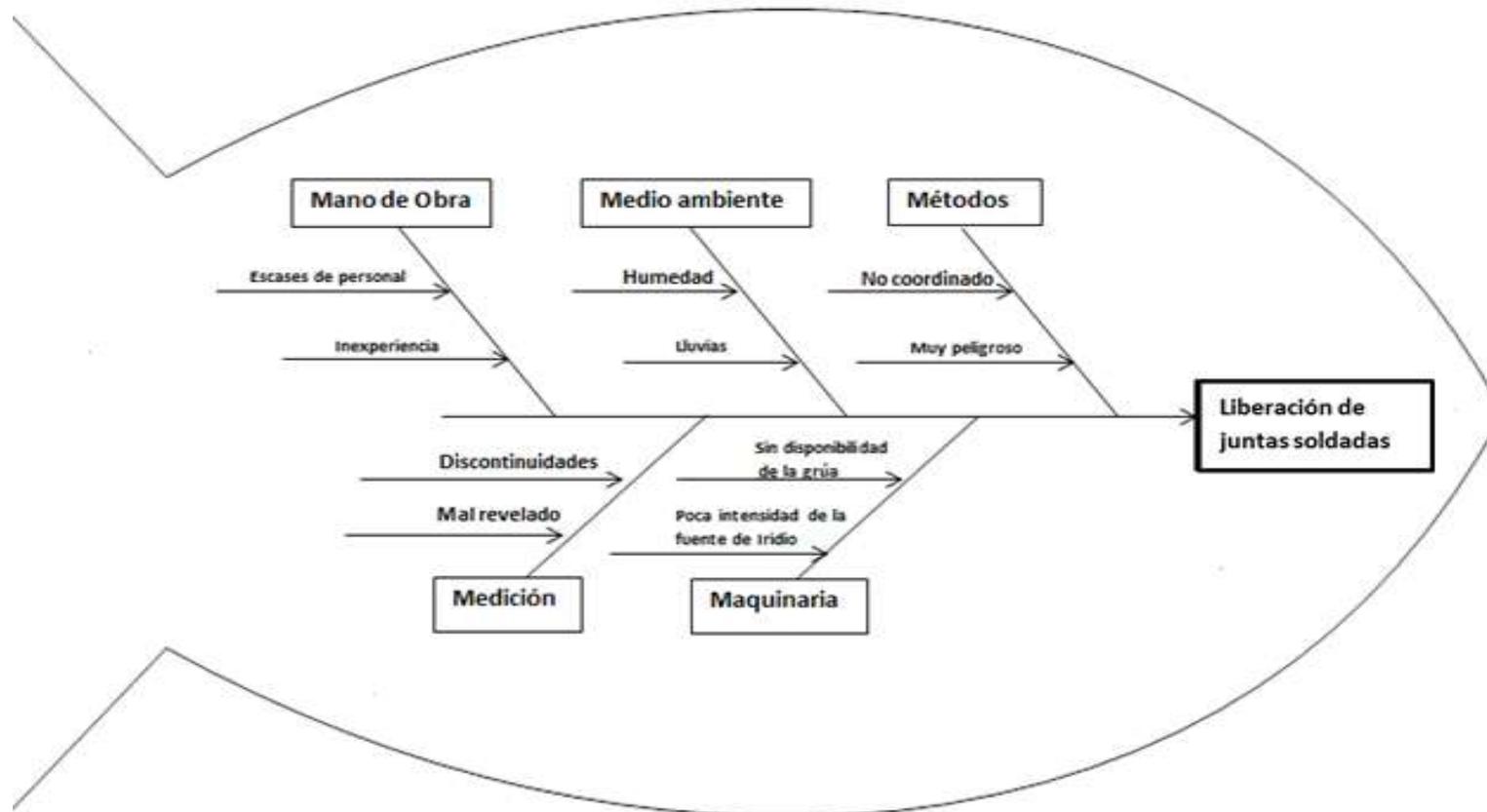
Radiografía Industrial - Ultrasonido - Partículas Magnéticas - Líquidos penetrantes - Inspección Visual

FUENTE: CONSORCIO GLP  
 ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

En los análisis de laboratorio una vez revisadas las placas por parte de la fiscalización nos encontramos con las siguientes novedades tal como muestra la siguiente imagen N°9, del informe de gammagrafía N°740 existen unos puntos rojos como observaciones en películas o placas gammagráficas, denota la inconsistencia de algunos defectos aprobados por los técnicos de Senocorp y no aprobados por la fiscalización; de las veintiún juntas inspeccionadas encontramos lo siguiente: Cinco juntas de reparación y dieciséis juntas aprobadas.

### 3.3.4. Análisis de herramientas estadísticas para medir calidad del proceso.

IMAGEN N°10 DIAGRAMA ISHAKAWA



FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

### **3.3.4.1 Análisis de la relación causa – efecto del diagrama ishakawa.**

#### **3.3.4.1.1 Mano de obra.**

En el Terminal Marítimo y Planta de Almacenamiento de GLP; el departamento de Control de Calidad cuenta con muy poco personal técnico especializado para cubrir las necesidades de inspección diaria; de cubrir toda el área de la construcción, montaje y soldadura de los 13 servicios por instalarse lo que hace un difícil control de toda la trazabilidad y liberación, debido también al desconocimiento de las Normas ASME (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos, siglas en inglés) B31.3, B31.4 y API (Instituto Americano de Petróleo, siglas en inglés) 1104 para su inspección; como consecuencia obtendremos muchas discontinuidades en las juntas soldadas.

#### **3.3.4.1.2 Medio ambiente.**

Los trabajos de inspección y de aplicación de los ensayos no destructivos se organizó de la siguiente manera las tres unidades de gammagrafías trabajarían solo en las noches lo que fue muy difícil de llevar una producción diaria de 15 juntas con Gammagrafía por unidad, debido a la poca iluminación no lograban localizar las diferentes juntas soldadas aunque fueran identificadas con cinta, también les hacía imposible

trabajar en un ambiente muy húmedo con lluvias de por medio porque las placas Gammagráficas se manchaban y no lograban captar una buena toma de inspección.

#### **3.3.4.1.3 Métodos.**

Las tres fuentes trabajaban en la noche por disposición del departamento de seguridad y medio ambiente debido a que esa jornada era la única en la cual no se cruzaban con otras actividades diarias de otras áreas como civil, eléctrica, mecánica e instrumentación lo que hacía su trabajo aún más ágil pero cuando se comenzaron a realizar los trabajos tempranamente, todas las áreas mencionadas anteriormente tenían que hacer una coordinación lo cual dificultaba realizar su trabajo porque el área no estaba despejado como ellos necesitaban, entonces la falta de coordinación era evidente ya que ellos pueden trabajar con un área despoblada de 40 metros de diámetro lo que exigía el departamento de Seguridad y Ambiente.

#### **3.3.4.1.4 Medición.**

Al inicio de todo proyecto de construcción se generan los diversos procedimientos aprobados por las subcontratistas, los supervisores y los fiscalizadores para una transparente actividad realizada y controlada por

el Departamento de Calidad, muchas ocasiones las placas Gammagráficas presentaban una densidad de revelado muy claro o muy oscuro por lo tanto presentaban una opacidad mayor a 3 y menor a 2 de la densidad radiográfica, lo adecuado es de 2 a 3 de densidad radiográfica, debido a este problema las interpretaciones de las placas bajo las Norma ASME B 31.3 Y API 1104 de soldaduras a tope de proceso se obtenía discontinuidades es decir, se encontraban más defectos internos y externos de la junta a soldada a tope.

#### **3.3.4.1.5 Maquinaria.**

Las máquinas que eran necesario usar para trabajos en alturas como la grúa para inspecciones de juntas sobre los bastidores no era accesible debido a la altitud donde se encontraban y al no contar muchas veces con esta máquina no realizaban las inspecciones, también la Poca Intensidad de Curios de la fuente de Iridio dificultaba una rápida inspección ya que en juntas con espesores y diámetros altos es necesario utilizar una fuente con unos 20 Curios por el tiempo de exposición para un buen revelado, esto dificultaba a no poder completar una producción ya que se tardaban mucho tiempo para una junta de 18 pulgadas de diámetro.

#### **3.3.4.2 Diagrama de pareto.**

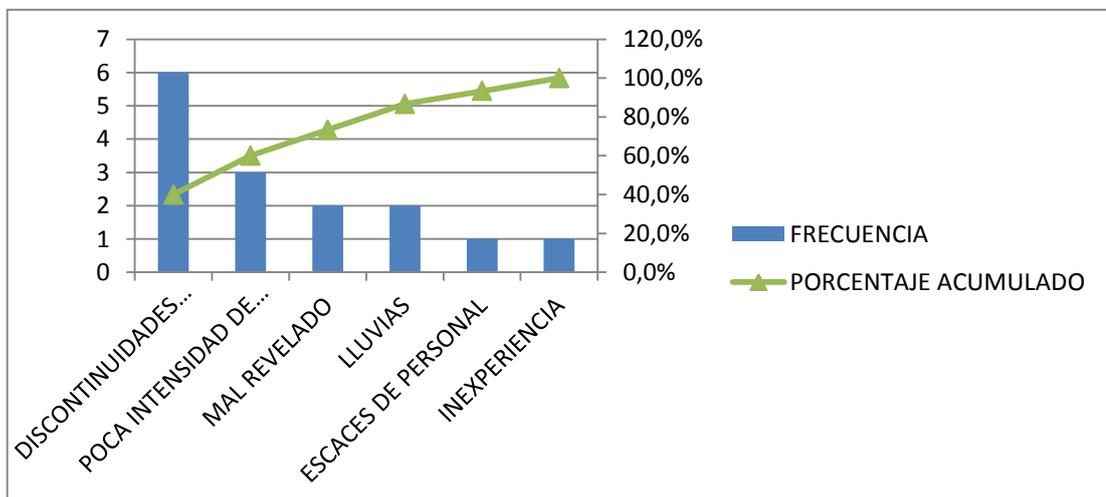
De un análisis de los siete informes de gammagrafía realizados se encontraron los problemas ya reflejados en el diagrama de ISHIKAWA y repetitivos para alguno de ellos como:

TABLA N°6 DATOS ESTADÍSTICOS DEL DIAGRAMA DE PARETO

PROBLEMAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
DISCONTINUIDADES	6	40,0%	40,0%
POCA INTENSIDAD DE LA FUENTE DE IRIDIO	3	20,0%	60,0%
MAL REVELADO	2	13,3%	73,3%
LLUVIAS	2	13,3%	86,7%
ESCACES DE PERSONAL	1	6,7%	93,3%
INEXPERIENCIA	1	6,7%	100,0%

FUENTE: CONSORCIO GLP  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

IMAGEN N°11 CUADRO ESTADÍSTICO DEL DIAGRAMA DE PARETO



FUENTE: CONSORCIO GLP  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

En el diagrama de pareto mostramos la frecuencia con la que sucede este tipo de defectos que ocasionan retrasos en nuestras liberaciones de soldadura como las discontinuidades con mayor índice porcentual.

Se puede apreciar en el diagrama de Pareto que la evaluación de los siete informes de gammagrafía expuestos anteriormente salen con una mayor frecuencia de las discontinuidades es decir, observaciones en placas o películas de gammagrafía por parte de la fiscalización, dando a conocer si se procura acabar con esta situación se podrá eliminar un cuarenta por ciento del problema encontrado en los informes de laboratorio.

### **3.4 Diagnóstico de la situación problemática.**

Luego de haber estudiado específicamente la liberación de la soldadura en campo, encontramos las causas principales y secundarias por lo que las soldaduras no se encontraban liberadas por los técnicos de ensayos no destructivos, desde antes de su liberación hasta después de la misma tomando en consideración las actividades expuestas por la liberación con tintas penetrantes y gammagrafía industrial tales como: La falta de limpieza con grata de las juntas a filete, debido a esto el técnico tardaba mucho más del tiempo establecido para su inspección y posterior liberación; la poca experiencia de los asistentes de técnicos al ejecutar las tareas en el lugar preciso de las juntas soldadas a tope; el mal manejo de las plantillas con la información de las juntas a inspeccionar; al momento de la revisión con la fiscalización las diferentes observaciones ocasionadas por la diferencia de criterios de interpretación de las placas o películas reveladas de cada junta soldada; el mal tiempo con gran

intensidad de lluvias ocasionaba que las tareas empezaran tarde o a la vez se suspendieran; la poca intensidad de la fuente de iridio hacía que cada disparo tardara mucho más del tiempo establecido, debido a todas estas situaciones encontradas durante los trabajos de inspección no se podía incrementar la cantidad de juntas gammagrafiadas de cada unidad de ensayos no destructivos, esto ocasiona el atraso de inspecciones diaras promedio que se debería establecer para los tiempos de construcción y montaje de la planta.

Aunque incrementando las unidades de ensayos no destructivos para el método de gammagrafía, era imposible ya que muchas juntas a liberarse se encontraban en el mismo sitio, debido a que las fuentes de Iridio tienen que estar separadas por lo mínimo unos 100 metros de distancia entre cada fuente.

## **CAPÍTULO IV**

### **PROPUESTA DE SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA**

#### **4.1 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN EN PRODUCCIÓN.**

Aplicación de un nuevo método de inspección de Ensayos No Destructivos en la liberación de soldadura en campo por medio del ultrasonido avanzado dentro de la planta y almacenamiento de GLP en Monteverde.

Las revisiones de las placas radiográficas por los fiscalizadores encargados del área mecánica evaluaban cada junta según los criterios de las Normas API 1104, ASME B31.3, ASME VIII y AWS D1.1 (Sociedad Americana de Soldadura, siglas en inglés) se encontraban algunas discontinuidades que no mostraban los informes gammagráficos evaluados por los técnicos eso aumentaba la cantidad de defectos en junta parcialmente libres de discontinuidades, motivo por el cual se decidió en aceptar otra revisión de las juntas soldadas con ultrasonido avanza a dichos defectos y enviando a reparar todas las juntas con discontinuidades que presentara con la nueva inspección; el índice de reparaciones fueron disminuyendo.

Es necesario disminuir costos ya que la utilización del ultrasonido avanzado se obtiene rápidamente la inspección de los cordones de soldadura e identifica la profundidad exacta de la discontinuidad.

Aplicando el ultrasonido adecuado, no se debe programar los trabajos nocturnos como se hace con la gammagrafía además de la seguridad respectiva cuando se utiliza este método de inspección.

Con la utilización de gammagrafía, el costo diario es de \$540,00 inspeccionando solamente 15 cordones, en cambio con el ultrasonido el costo diario es similar, con la única diferencia que se inspecciona hasta 45 cordones de soldadura en un día,.

El costo total por mes de gammagrafía es de \$16.800,00 inspeccionando solamente 450 juntas en cambio con el ultrasonido avanzado se pagaría \$16.800,00 por 1350 juntas inspeccionadas al mes; es decir, una diferencia de 900 juntas con respecto a la gammagrafía teniendo un ahorro de \$33.600,00 mensuales para la empresa Consorcio GLP Ecuador.

Estas consideraciones se reflejarán promediadas ya que habrá días de inspección que no cumplan con la cantidad de cordones inspeccionados.

## **4.2 Propuesta para elevar la productividad.**

- Calificar soldadores en diferentes procesos de soldadura para tener un mayor alcance de juntas soldadas por soldador.
- Inspeccionar los sitios de trabajo antes y después de terminar la jornada laboral.
- Controlar las pulgadas diametrales diarias por soldador y programación de ensayos no destructivos.
- Capacitación diaria previo a la realización de las actividades.
- Verificación del uso adecuado de los consumibles, materiales y herramientas en buen estado con su respectiva documentación.
- Uso correcto del EEP (Equipo de Protección Personal).

### **4.2.1 Descripción de métodos de mejoras.**

#### **4.2.1.1 Calificar soldadores en diferentes procesos de soldadura para tener un mayor alcance de juntas soldadas por soldador.**

Para alcanzar esta propuesta se debe conocer los diferente procesos de soldadura que presenta este proyecto en los diferentes materiales de tuberías que se va a construir, según el servicio obtenemos la siguiente información mostrada en la tabla.

TABLA N°7 PROCEDIMIENTOS DE CADA SERVICIO

SERVICIO	TUBERÍA	PROCESO	PROCEDIMIENTO
HC(PROPANO/BUTANO GASEOSO)	A333GR7	GTAW GTAW/SMAW	GLP-WPS-016 GLP-WPS-017
GL(PROPANO/BUTANO LÍQUIDO)	A333GR7	GTAW GTAW/SMAW	GLP-WPS-016 GLP-WPS-017
CD(CONDENSADOS)	A333GR7	GTAW	GLP-WPS-016
ET(ETANOL)	A312	GTAW	GLP-WPS-03
FW(AGUA DE INCENDIO)	A790(MUELLE) A106GRB	GTAW GTAW/SMAW	GLP-WPS-011 GLP-WPS-014 GLP-WPS-012 GLP-WPS-015
SW(AGUA DE MAR)	A790	GTAW GTAW/SMAW	GLP-WPS-014 GLP-WPS-015
D(DIÉSEL)	A106GRB	GTAW GTAW/SMAW	GLP-WPS-011 GLP-WPS-012
AP(AGUA POTABLE)	A106GRB	GTAW GTAW/SMAW	GLP-WPS-011 GLP-WPS-012
AE(AGUA DE ENFRIADORES)	A106GRB	GTAW GTAW/SMAW	GLP-WPS-011 GLP-WPS-012
AI(AIRE DE INSTRUMENTOS)	A106GRB	GTAW GTAW/SMAW	GLP-WPS-011 GLP-WPS-012
AS(AIRE DE SERVICIOS)	A106GRB	GTAW GTAW/SMAW	GLP-WPS-011 GLP-WPS-012
N(NITRÓGENO)	A106GRB	GTAW GTAW/SMAW	GLP-WPS-011 GLP-WPS-012
AD(AGUA DE DRENAJES)	A106GRB	GTAW GTAW/SMAW	GLP-WPS-011 GLP-WPS-012

FUENTE: CONSORCIO GLP  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

En la siguiente tabla podemos observar los trece servicios que posee el proyecto, además de los procedimientos a la demanda de materiales utilizados, se optó por calificar nuevamente a cada soldador que no tenga

como mínimo dos procedimientos de soldadura así obtendríamos más personal para continuar los trabajos en otros servicios.

Los servicios HC, GL y CD utiliza las tuberías, accesorios de acero aleado ASTM (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales) A-333 Grado 7 para los servicios a bajas temperaturas de -54°C a 0°C (grados centígrados); soldados con los procedimientos de soldadura Consorcio GLP-WPS-016 proceso GTAW y GLP-WPS-017 proceso GTAW/SMAW tal y como se requiera.

Los servicios FW, D, AE, AP AI, AS, N y AD utiliza las tuberías, accesorios de acero al carbono ASTM A-106 Grado B para los servicios a temperaturas de 0°C a 25°C, soldados con procedimientos de soldadura Consorcio GLP-WPS-04 proceso solo SMAW, GLP-WSP-011 proceso GTAW y GLP-WPS-012 proceso GTAW/SMAW como se requiera.

Los servicios FW para muelle y SW utilizan las tuberías, accesorios de acero dúplex ASTM A-790 para los servicios que estarán en operación a las temperaturas de 0°C a 30°C; soldados con procedimientos de soldadura Consorcio GLP-WPS-14 proceso GTAW y GLP-WPS-015 proceso GTAW/SMAW como se requiera.

El servicio ET utiliza las tuberías y accesorios de acero inoxidable ASTM A-312 para los servicios a temperaturas de 0°C a 30°C; soldado con el procedimiento Consorcio GLP-WPS-03; todas estas características establecidas en la especificación técnica del proyecto.

#### **4.2.1.2 Inspeccionar los sitios de trabajo antes y después de terminar la jornada laboral.**

Para evitar inconvenientes en campo con el personal de producción cada grupo de trabajo estaba a cargo de un supervisor de producción quien es el encargado de indicar los trabajos en soldadura que tienen a realizar, dándoles así los listados de materiales identificados según el servicio, y de tal manera inspeccionando que fueran los correctos una vez retirados en la bodega y llevados a su sitio de trabajo.

Al finalizar, en cada sitio de trabajo se designa los últimos veinte minutos de la jornada en realizar orden y limpieza, para que el grupo de trabajo siguiente continuará con las tareas que ellos dejaban pendientes.

Esta inspección lo realizaba el inspector de seguridad verificando el sitio de trabajo con informes fotográficos a cada grupo.

#### **4.2.1.3 Controlar las pulgadas diametrales diarias por soldador.**

Cada supervisor de producción tenía que presentar diariamente un levantamiento de soldadura realizada por soldador al inspector de calidad quien era el encargado en llenar esta información en una matriz de control de soldadores, contabilizando de esta manera la cantidad de juntas soldadas a tope y a filete por soldador, controlando que no existiera novedades con respecto a la producción, con esta información digitalizada se realizaba las programaciones de liberación a juntas soldadas por medio de los ensayos no destructivos.

#### **4.2.1.4 Capacitación diaria previo a la realización de las actividades.**

Cada grupo de trabajo antes de realizar sus tareas diarias era reunido en el sitio de trabajo por el supervisor de producción para indicar el tipo de trabajo en donde y como lo iban a realizar, para un buen entendimiento además de habilitar toda la documentación necesaria que tendrían que llevar, las herramientas, los equipos, con mantener en constancia la participación de estas capacitaciones se sumaba el inspector de seguridad indicándoles los riesgos a los que estarán expuestos y llenaban una bitácora con sus nombres y firmas.

#### **4.2.1.5 Verificación del uso adecuado de los consumibles, materiales y herramientas en buen estado con su respectiva documentación.**

El supervisor de producción luego de haber realizado las actividades anteriores durante la jornada laboral a través de informes fotográficos verificaba la utilización adecuada de cada material como: La cantidad de soldadura, las herramientas manuales, eléctricas; los equipos y máquinas a utilizar verificando la documentación.

Las certificaciones que cada uno de estos deberían tener y estar en manos del inspector de calidad.

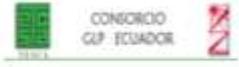
#### **4.2.1.6 Uso correcto del EPP.**

Para que los trabajos se realicen con mayor seguridad al momento de ejecutarlos es necesario tener al personal de producción con su respectivo EPP, el cual contiene; casco, lentes, guantes, tapones auditivos, botas. Adicionalmente para un soldador debe tener careta para soldar, guantes con mangas largas, respirador para gases metálicos, y mandil.

Toda esta protección será examinada por el inspector de seguridad antes de empezar las tareas encomendadas.

**4.2.2 Formatos utilizados para aumentar la producción de Ensayos No Destructivos.**

IMAGEN N°12 INVENTARIO DE SOLDADORES

		<b>INVENTARIO DE SOLDADORES</b>				
ESTAMPA	NOMBRE	INFORME	PROCESO	POSICION		
W-91	CESAR MERO SIMISTERRA	720	WPS-03-TESCA	6G		
W-91	CESAR MERO SIMISTERRA	39	WPS-04	6G		
W-91	CESAR MERO SIMISTERRA	39	WPS-11	6G		
W-91	CESAR MERO SIMISTERRA	39	WPS-12	6G		
W-91	CESAR MERO SIMISTERRA	720A	WPS-14	6G		
W-91	CESAR MERO SIMISTERRA	552	WPS-16	6G		
W-91	CESAR MERO SIMISTERRA	140	WPS-17	6G		
REALIZADO POR:		APROBADO POR:		APROBADO POR:		
NOMBRE:						
CARGO:	CALIDAD GLP	COORDINADOR DE CALIDAD		FISCALIZACIÓN		
FIRMA:						

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Este formato se realizó a cada soldador del proyecto llamado “Inventario de Soldadores” el cual contiene la estampe del soldador, el nombre del soldador, el informe gammagráfico de la calificación de desempeño el proceso y la posición del procedimiento de soldadura.

En este inventario se muestra al soldador con estampa W-91 con todos los procedimientos calificados para diferente clase de tubería a utilizar, con su informe de gammagrafía de evaluación y la posición 6G de soldadura que equivale a todas las posiciones para soldar.

## IMAGEN N°13 FORMATO DE CONTROL DEL SITIO DE TRABAJO

### INFORME FOTOGRAFICO

					
PROYECTO: TERMINAL MARITIMO Y PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GLP SANTA ELENA					
					
Residuos de electrodos pipe rack sur	Residuos metálicos dentro del pipe way				
					
Restos metálicos	Residuos metálicos dentro del pipe rack				
					
Guates de soldador	Resto de planchas metálicas				

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Este informe fotográfico se utilizaba para controlar la manera de como los grupos dejaban los sitios o áreas de trabajo que eran informados al supervisor de producción para que se encargará de tomar las respectivas justificaciones y correcciones para que no se vuelvan a repetir.

IMAGEN N°14 FORMATO DE CONTROL DE SOLDADORES

CONTROL DE SOLDADORES					
NOMBRE	ESTAMPA	PROCESOS SOLDADURA	TOTAL JUNTAS REALIZADAS TIPO BISEL (6)	TOTAL JUNTAS REALIZADAS TIPO FILETE (7)	TOTAL JUNTAS REALIZADA (TIPO BISEL + TIPO FILETE)
Cesar Velez	W01	SHW/GTAW	130	148	278
Milton Garcia	W06	SHW	120	12	132
Nelson Cadena	W04	SHW	120	67	187
Luis Chicaiza	W08	SHW	89	7	96
Wilson Martínez	W12	SHW	167	20	187
Jorge Diaz	W18	SHW	130	6	136
Luis Sistema	W30	SHW/GTAW	271	29	300
Jorge Delgado	W26	SHW/GTAW	67	23	90
Guido Córdova	W33	SHW	252	54	306
Freddy Rogel	W34	SHW	138	14	152
Angel Rojas	W35	SHW	278	64	342
Washington Chap	W37	SHW	366	26	392
Joffre Córdova	W38	SHW	277	13	290
Italo León	W42	SHW	65	34	99
Edison Vaca	W48	SHW	80	3	83
Duban Orlas	W71	GTAW	7	12	19
Alvaro Andrango	W84	SHW/GTAW	276	355	631
Luis López	W85	GTAW	21	0	21
Francisco Dután	W87	SHW/GTAW	158	111	269
Marcelo Morillo	W105	SHW	4	0	4
Segundo Gualpa	W120	SHW/GTAW	47	6	53
Freddy Zambrano	W126	GTAW	122	6	128
Angel Morales	W127	GTAW	42	0	42
Hernan Nuñez	W129	GTAW	46	37	83
Victor Rengifo	W130	GTAW	48	1	49
Marco Sagal	W132	SHW	64	0	64
Chimborazo Julio	W134	SHW	57	0	57

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Este formato de control de soldadores contenía el nombre de los soldadores, la estampa, el proceso soldado; se separan en la cantidad de juntas soldadas a tope y a filete para un control más detallado con esta información se establece la cantidad de juntas por soldador.

### IMAGEN N°15 SOLDADURA A FILETE -TOPE



FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

La soldadura a filete que se considera son todas las uniones que no necesitan soldarse con bisel y su liberación se realiza con el método de las tintas penetrantes; en la Imagen N°15 en el lado izquierdo observamos tres soldaduras a filete de un soldador.

La soldadura a tope es toda aquella unión que para soldar se realiza un Bisel en V y su liberación es mediante los métodos de la gammagrafía industrial o el ultrasonido avanzado, en la Imagen N°15 observamos en el lado derecho una soldadura con bisel en V de un soldador; se contabilizan las juntas realizadas en tubería.

IMAGEN N°16 FORMATO DE CHARLAS DE CAPACITACIONES

		"Consortio GLP Ecuador" Sistema de SSA			
Edición: 1		FORMATO DE			CÓDIGO:
Página: 1		CHARLAS O PRACTICAS DE CAPACITACION			GLP-18-RC-006-01
LUGAR: TALLER		DURACIÓN: 10		FECHA: 27-02-2014	
INSTRUCTOR: HUGO NAPA		EMPRESA: GLP		Página: 1	
ÁREA: MECÁNICA		PRE-JORNADA <input type="checkbox"/>		ESPECIFICA <input type="checkbox"/>	
TEMA PRINCIPAL: LA Distracción					
TEMAS COMPLEMENTARIOS:					
Nº	NOMBRE Y APELLIDO	FIRMA	CÉDULA DE IDENTIDAD	COMPAÑIA	
1	Roberto...	[Firma]	0800000000	GLP-E	
2	Hector Navarro	[Firma]	08018992144	G.L.P.E	
3	...	[Firma]	0824268847	GLP E	
4	ANGEL HIDALGO	[Firma]	0800804361	CGLPE	
5	Miriam Taguado	[Firma]	0915753586	G.L.P.E	
6	MAURICIO HERRERA	[Firma]	0802536605	GLP E	
7	Enrique Hondo C	[Firma]	0924270119	GLP E	
8	Vanessa Silva Julio	[Firma]	0914418298	G.L.P.	
9	Humberto Figueras	[Firma]	130840726-9	G.L.P.	
10	Antonio Muniz T.	[Firma]	0923318229	G.L.P.E	
11	...	[Firma]	092573416-7	GLPE	
12	...	[Firma]	7306922295	GLPE	
13	Alexander Ramirez	[Firma]	091010551-9	G.L.P.E	
14	Milton Castro	[Firma]	0815326263	GLPE	
15	...	[Firma]	092103274-4	G.L.P.E	
16	Gilbert Baena Villac	[Firma]	0926918756	G.L.P.E	
17	Alexander...	[Firma]	0912866323	G.L.P.E	
18	...	[Firma]	092545949-7	GLP	
19	Freddy Coronado	[Firma]	1308462800	GLP	
20	Oscar...	[Firma]	240001922-6	GLP	
Instructor			Representante SSA del CGLPE		
NOMBRE: HUGO NAPA			NOMBRE: JIMMY...		
FIRMA: [Firma]			FIRMA: [Firma]		

FUENTE: CONSORCIO GLP  
 ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Este formato se llenaba para cada grupo de trabajo en donde se hacía constancia las capacitaciones a cada actividad antes de empezar la jornada de trabajo el mismo que contiene: El nombre, la firma, el lugar, el nombre y firma del instructor o supervisor de producción e inspector de seguridad al final de la charla.

## IMAGEN N°17 REPORTE FOTOGRÁFICO

	<b>REPORTE FOTOGRAFICO</b>	
---	----------------------------	---

En la inspección realizada en el **AREA DE TANQUES DE DIESEL (LIMPIO Y SUCIO)** se encontró las siguientes observaciones:

PI-17033	En su lugar está el PI-30001
PSV-1702A PSV-1702B	Se encuentran intercambiados
TIT-17001 FT-17001 PIT-17002 FT-17002 LIT-17021	No está instalado
PIT-17002	No está conectado
RO-1708A RO-1708B LIT-17025	No está instalado
TQ-2914 TQ-3015	Instrumentación del tanque no instalada
LIT-30001 PI-30001	No hay lugar para instalación

Se recomienda colocar los Tags en los instrumentos instalados en los Tanques de Diesel (TQ-1705 y TQ-1706).



FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Este registro fotográfico generado por el ayudante de producción sirve para identificar el cumplimiento de los trabajos realizados por el personal de producción identificando los trabajos pendientes en cada sitio de trabajo e indicando al supervisor de producción para su respectiva solución.

### 4.2.3 Nueva maquinaria.

#### 4.2.3.1 Máquina para soldar.

IMAGEN N°18 MÁQUINA PARA SOLDAR



FUENTE: [http:// maquinas-de-soldar-miller/](http://maquinas-de-soldar-miller/)

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

También llamado fuente de poder, equipo para soldar al arco de corriente continua o alterna, diseñada para realizar soldaduras con los procesos: SMAW y GTAW utilizados en el proyecto.

Es empleada para realizar juntas que utilizan electrodos con revestimiento para el proceso Smaw y juntas que utilizan electrodo sólido o varillas de aporte con respaldo de argón para el proceso Gtaw.

#### 4.2.3.2 Horno portátil para soldadura.

IMAGEN N°19 HORNO PORTÁTIL PARA SOLDADURA



FUENTE <http://www.lincolnelectric.com/>  
ELABORADO POR RICHARD SUAREZ

El horno portátil para soldadura es una máquina que sirve para conservar a altas temperaturas los electrodos que van hacer utilizados para realizar la soldadura, que contiene un voltaje de alimentación 115/120 V (Voltios), un ascensor para electrodos, se ajusta hasta una temperatura de hasta 300°F (Fahrenheit), para un mejor transporte esto está armado como una sola pieza.

#### 4.2.3.3 Pulidora eléctrica

IMAGEN N°20 PULIDORA ELÉCTRICA



FUENTE: <http://www.ecured.cu/Archivo:Pulidora.jpg>  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Las pulidoras manuales de operación eléctrica, son máquinas empleadas para pulir salientes, cordones de soldadura, soltar remaches, redondear ángulos, cortar metales, entre otras.

#### 4.2.3.4 Equipo de Oxicorte y de calentar.

IMAGEN N°21 EQUIPO OXICORTE



FUENTE:<http://www.gruposemesa.com/>  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

El equipo de oxicorte es utilizado cuando las piezas a soldar poseen espesores considerables, lo que hace imposible una buena preparación de los bordes con una pulidora, este equipo facilita este trabajo ya que primero realiza un calentamiento de la pieza hasta unos 900°C con la llama generada por el oxígeno y un gas combustible.

#### 4.2.3.5 Equipo de Protección Personal

IMAGEN N°22 CASCO DE SEGURIDAD



FUENTE: [www.http://propinsa.com/cascos-de-seguridad/](http://propinsa.com/cascos-de-seguridad/)  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

El uso del casco de seguridad es exigido dentro de todas las instalaciones y el color es dividido según áreas de actividades como por ejemplo el color blanco para el grupo de ingeniería.

IMAGEN N°23 LENTES DE SEGURIDAD



FUENTE: <http://www.mercadolibre.com>  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Los lentes de seguridad básico asignados a cada persona son para protección solar lentes negros y lugares oscuros los lentes transparentes.

#### IMAGEN N°24 GUANTES DE SEGURIDAD



FUENTE: <http://www.mercadolibre.com>

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

La utilización de los guantes de seguridad varia el uso de la actividad desempeñada, los soldadores utilizan los guantes con mangas largas para mayor protección de las escorias al soldar.

#### IMAGEN N°25 TAPONES AUDITIVOS



FUENTE: <http://dicoyperu.com/>

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Se utiliza para actividades cortas con sonidos fuertes los tapones desechables y actividades permanentes las orejeras auditivas para una mayor protección de los oídos.

### IMAGEN N°26 BOTAS DE SEGURIDAD



FUENTE: <http://www.directindustry.es/>  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Se entrega botas de seguridad según el terreno se utiliza las botas PVC (Policloruro de Vinilio) para lugares lodosos y las botas de punta de acero en lugares secos con riesgo de caídas de objetos.

### IMAGEN N°27 CARETAS DE SEGURIDAD



FUENTE: <http://corpala.com/>  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Se utiliza las caretas para esmerilador es una protección facial completa, la careta de soldador con lentes para soldadura resistente a altas temperaturas.

#### IMAGEN N°28 RESPIRADOR PARA GASES METÁLICOS



FUENTE: <http://solutions.3m.com/>

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

El respirador un equipo de protección esencial para el soldador evitando la absorción de gases contaminantes en el proceso de soldadura.

#### IMAGEN N°29 MANDIL



FUENTE: <http://www.incafe2000.com/>

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

El mandil protege al soldador de las quemaduras provocadas por las escorias o chispas generadas en el proceso de soldadura.

#### **4.2.4 Recurso humano.**

##### **4.2.4.1 Soldador.**

Es un operario capaz de ejecutar una operación de soldadura manual o semiautomática bajo los conocimientos siguientes:

- Material de aporte.
- Material para anillo de respaldo.
- Insertos consumibles.
- Limpieza.
- Preparación de los extremos.
- Alineamiento.

Los requisitos de un soldador se encuentran en la página 46.

##### **4.2.4.2 Asistente de soldador.**

Es la persona capaz de cumplir con los conocimientos siguientes:

- Limpieza.
- Preparación de los extremos.
- Alineamiento.

Los requisitos de un ayudante de soldador se encuentran en la página 46.

#### **4.2.4.3 Supervisor de producción.**

Es el responsable del cumplimiento y procedimiento del personal que ejecuta este trabajo, de la selección de los materiales y accesorios, prefabricación de SPOOLS, fabricación de las líneas de flujo, soldadura de las juntas, montaje e instalación en el sitio de la plataforma según los planos entregados por el cliente FLOPEC.

Requisitos:

- Facilidad de palabra.
- Manejo de personal.
- Trabajo bajo presión.
- Manejo de materiales.
- Experiencia laboral mínima de un año.

#### **4.3. Propuestas para elevar los niveles de calidad**

- Implementación del ultrasonido avanzado en liberaciones de juntas soldadas.
- Dividir las tareas para todo el grupo de trabajo.
- El inspector de calidad acompañará todas las liberaciones de los ensayos no destructivos.
- Programación diaria de trabajos con ensayos no destructivos.

- Coordinación de trabajos junto al personal de seguridad y producción.
- Establecer nuevos formatos para la liberación de soldadura con ultrasonido avanzado y generar matrices para un mejor control a cada tipo de ensayo no destructivo.

#### **4.3.1 Descripción de los métodos de mejoras en la calidad.**

##### **4.3.1.1 Implementación del ultrasonido avanzado en liberaciones de juntas soldadas.**

Con la utilización del ultrasonido avanzado se logrará inspeccionar mayor cantidad de juntas, eficientemente no se encontrarán discontinuidades y las observaciones por parte de fiscalización serán liberadas con una reinspección a través de este nuevo método de inspección.

El instrumento Ultrasónico utilizado es el equipo de Ultrasonido modelo CTS 602, del fabricante SIUI (Instituto de Shantou instrumentos ultrasónicos, siglas en inglés), de tipo Pulso-Eco.

Este debe estar equipado con un control de ganancia en Db (decibeles) estabilizado, contiene canales de emisor- receptor independientes, y es

capaz de almacenar imágenes en Scan, las cuales puedan ser almacenadas y recuperadas para futuras evaluaciones.

El ultrasonido avanzado tiene un medio de almacenamiento de datos para archivar los escaneados.

El ultrasonido avanzado debe ser estandarizado por amplitud y alto de ecos de acuerdo a ASTM 2491 anualmente, este instrumento debe ser capaz de pulsar y recibir frecuencias nominales de 1 a 10 Mhz (Megahertz).

Tipo Pulso-Eco cuando se utiliza un transductor que envía y recibe el pulso es decir, revise las señales ultrasonicas de transmisión y recepción al mismo tiempo.

#### **4.3.1.2 Dividir las tareas para todo el grupo de trabajo.**

A medida que el proyecto avanza se incrementaron con el muchos problemas desde de como inspeccionar cada junta soldada hasta el montaje de la tubería en el sitio que corresponda, por eso el grupo de trabajo en llevar la calidad se dividian las inspecciones y liberaciones del proyecto de esta forma.

**TABLA N°8 DIVISIÓN DE TAREAS GRUPO DE CALIDAD**

SUPERVISOR DE CALIDAD I	LIBERACIÓN DE SOLDADURA
SUPERVISOR DE CALIDAD II	PROGRAMACIÓN CON END
SUPERVISOR DE CALIDAD III	INSPECCIÓN DE MONTAJE
ASISTENTE DE CALIDAD I	DIGITALIZACIÓN DE JUNTAS SOLDADAS
ASISTENTE DE CALIDAD II	ELABORACIÓN DE FORMATOS

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

**4.3.1.3 El supervisor de calidad acompañará todas las liberaciones de los ensayos no destructivos.**

Debido al poco control de las liberaciones con los ensayos no destructivo se propuso indicar a que un supervisor de calidad se encargara de acompañar a los técnicos especializados como soporte en campo debido a las diferentes situaciones o problemas que pudieran tener con la gente de producción.

**4.3.1.4 Programación diaria de trabajos con ensayos no destructivos.**

Con el acompañamiento del supervisor de calidad este se encarga también de coordinar los trabajos con el personal de producción para prestar las facilidades que ellos asistieran con los técnicos especializados en ejecutar cada tipo de ensayo según convenga en el tiempo y sitio

correcto, verificando la respectiva identificación de cada junta inspeccionada.

#### **4.3.1.5 Coordinar los trabajos junto al personal de seguridad y producción.**

El supervisor de calidad debe encargarse de generar los respectivos permisos de trabajos para cada unidad de ensayos no destructivo indicando los trabajos programados diariamente, mediante reuniones de permisos de trabajo y de saber los sitios de trabajo donde se encuentra el personal de producción realizando soldadura.

#### **4.3.1.6 Establecer nuevos formatos para la liberación de soldadura con ultrasonido avanzado y generar matrices para un mejor control a cada tipo de ensayo no destructivo.**

Con el aumento de este equipo de inspección se generaron nuevos formatos para las juntas liberadas por este método; se elaboró un formato para controlar cada informe de gammagrafía, tintas penetrantes, ultrasonido generado diariamente y digitalizado por el asistente de calidad para un estatus total de las inspecciones.

### 4.3.2 Diseño de formatos.

#### IMAGEN N°30 FORMATO PARA PROGRAMACIÓN DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

LOGO DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA							LOGO DE LA EMPRESA FISCALIZADORA			
PROGRAMACIÓN DIARIA DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS										
ITEM	TIPO DE TRABAJO	TUBERIA N°	SECTOR	HORA	Nº	CONTRATISTA /	% AVANCE	SUPERVISOR	OBSERVACIONES	
				INICIO	PERMISO	SUBCONTRATISTA	POR LINEA	SSA		
1	TOMA DE GAMAGRAFIA DE LAS JUNTAS SOLDADAS EN LINEA	10*HC-10-206-12-F1-2.5	FLAJE IPIPE RACK	18:30	6376	SENCCORP	0/0	BOLIVAR FLORES	EN LA NOCHE	
2	TOMA DE GAMAGRAFIA DE LAS JUNTAS SOLDADAS EN LINEA	12*HL-02-800-824-F2-2.5	MUELLE	15:00	6407	SENCCORP	0/0	BOLIVAR FLORES	EN LA NOCHE	
3	TOMA DE ULTRASONIDO DE LAS JUNTAS SOLDADAS EN LINEA	12*HL-15-800-824-F2-2.5 18*HC-15-231-12-F1-4	PPERACK	9:00	6374	SENCCORP	0/0	IURI HERNANDEZ	EN LA MAÑANA	
_____					_____					
CONTROL DE CALIDAD					SUP. MEC. QA/QC					

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Al terminar el día el supervisor de producción junto al supervisor de calidad se colaboran para las programaciones de las liberaciones de juntas soldadas con ensayos no destructivos, elaborando un formato que se entregará al supervisor de seguridad.

La respectiva revisión del permiso y del sitio de trabajo donde empezarán las inspecciones, evitando de esta manera que grupos de trabajos se encuentren en el mismo sitio ocasionando molestias a cada trabajador.

**IMAGEN N°31 FORMATO PARA SOLICITUD  
DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS**

LOGO 1	PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GLP EN MONTEVERDE								LOGO 2																																																																																																																																																																																				
	SOLICITUD DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (END)								FECHA: #####	PAGINA: 01/01																																																																																																																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ISOMETRICO</th> <th>HOJA</th> <th>SPOOL</th> <th>DIAMETRO</th> <th>PLANO</th> <th>JUNTA</th> <th>ESTAMPE</th> <th>SCW</th> <th>TIPO END</th> <th>OBSERVACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18-GL-03-002-L1-F1-4</td><td>11</td><td>N/A</td><td>18"</td><td>NA</td><td>J74</td><td>W57184</td><td>STD</td><td>RX</td><td>TUBOVA</td></tr> <tr><td>18-GL-03-005-L1-F1-4</td><td>11</td><td>N/A</td><td>18"</td><td>NA</td><td>J71</td><td>W57184</td><td>STD</td><td>RX</td><td>TUBOVA</td></tr> <tr><td>18-GL-03-005-L1-F1-4</td><td>11</td><td>N/A</td><td>18"</td><td>NA</td><td>J73</td><td>W57184</td><td>STD</td><td>RX</td><td>TUBOVA</td></tr> <tr><td>18-GL-03-005-L1-F1-4</td><td>11</td><td>N/A</td><td>18"</td><td>NA</td><td>J74</td><td>W57184</td><td>STD</td><td>RX</td><td>TUBOVA</td></tr> <tr><td>18-GL-03-005-L1-F1-4</td><td>11</td><td>N/A</td><td>18"</td><td>NA</td><td>J06</td><td>W2103</td><td>STD</td><td>RX</td><td>TUBOVA</td></tr> <tr><td>18-GL-03-005-L1-F1-4</td><td>11</td><td>N/A</td><td>18"</td><td>NA</td><td>J07</td><td>W2103</td><td>STD</td><td>RX</td><td>TUBOVA</td></tr> <tr><td>18-GL-03-005-L1-F1-4</td><td>11</td><td>N/A</td><td>18"</td><td>NA</td><td>J08</td><td>W2103</td><td>STD</td><td>RX</td><td>TUBOVA</td></tr> <tr><td>18-GL-02-001-L1-F1-4</td><td>11</td><td>N/A</td><td>18"</td><td>NA</td><td>JM-11</td><td>W18116</td><td>STD</td><td>RX</td><td>AREA DEL MUELLE</td></tr> <tr><td>18-GL-02-001-L1-F1-4</td><td>11</td><td>N/A</td><td>18"</td><td>NA</td><td>JM-12</td><td>W18116</td><td>STD</td><td>RX</td><td>AREA DEL MUELLE</td></tr> <tr><td>18-GL-02-001-L1-F1-4</td><td>11</td><td>N/A</td><td>18"</td><td>NA</td><td>JM-13</td><td>W18116</td><td>STD</td><td>RX</td><td>AREA DEL MUELLE</td></tr> <tr><td>18-GL-02-001-L1-F1-4</td><td>11</td><td>N/A</td><td>18"</td><td>NA</td><td>JM-5</td><td>W2118116</td><td>STD</td><td>RX</td><td>AREA DEL MUELLE</td></tr> <tr><td>18-GL-02-001-L1-F1-4</td><td>11</td><td>N/A</td><td>18"</td><td>NA</td><td>JM-6</td><td>W2118116</td><td>STD</td><td>RX</td><td>AREA DEL MUELLE</td></tr> <tr><td>18-GL-02-001-L1-F1-4</td><td>11</td><td>N/A</td><td>18"</td><td>NA</td><td>JM-17</td><td>W2118116</td><td>STD</td><td>RX</td><td>AREA DEL MUELLE</td></tr> <tr><td>18-GL-02-004-L1-F1-4</td><td>11</td><td>N/A</td><td>18"</td><td>NA</td><td>JM-13</td><td>W2118116</td><td>STD</td><td>RX</td><td>AREA DEL MUELLE</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr> <td colspan="5"></td> <td>PREPARADO POR</td> <td>REVISADO POR</td> <td colspan="3">RECIBIDO POR</td> </tr> </tbody> </table>										ISOMETRICO	HOJA	SPOOL	DIAMETRO	PLANO	JUNTA	ESTAMPE	SCW	TIPO END	OBSERVACIONES	18-GL-03-002-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	J74	W57184	STD	RX	TUBOVA	18-GL-03-005-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	J71	W57184	STD	RX	TUBOVA	18-GL-03-005-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	J73	W57184	STD	RX	TUBOVA	18-GL-03-005-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	J74	W57184	STD	RX	TUBOVA	18-GL-03-005-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	J06	W2103	STD	RX	TUBOVA	18-GL-03-005-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	J07	W2103	STD	RX	TUBOVA	18-GL-03-005-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	J08	W2103	STD	RX	TUBOVA	18-GL-02-001-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	JM-11	W18116	STD	RX	AREA DEL MUELLE	18-GL-02-001-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	JM-12	W18116	STD	RX	AREA DEL MUELLE	18-GL-02-001-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	JM-13	W18116	STD	RX	AREA DEL MUELLE	18-GL-02-001-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	JM-5	W2118116	STD	RX	AREA DEL MUELLE	18-GL-02-001-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	JM-6	W2118116	STD	RX	AREA DEL MUELLE	18-GL-02-001-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	JM-17	W2118116	STD	RX	AREA DEL MUELLE	18-GL-02-004-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	JM-13	W2118116	STD	RX	AREA DEL MUELLE																										PREPARADO POR	REVISADO POR	RECIBIDO POR		
ISOMETRICO	HOJA	SPOOL	DIAMETRO	PLANO	JUNTA	ESTAMPE	SCW	TIPO END	OBSERVACIONES																																																																																																																																																																																				
18-GL-03-002-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	J74	W57184	STD	RX	TUBOVA																																																																																																																																																																																				
18-GL-03-005-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	J71	W57184	STD	RX	TUBOVA																																																																																																																																																																																				
18-GL-03-005-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	J73	W57184	STD	RX	TUBOVA																																																																																																																																																																																				
18-GL-03-005-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	J74	W57184	STD	RX	TUBOVA																																																																																																																																																																																				
18-GL-03-005-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	J06	W2103	STD	RX	TUBOVA																																																																																																																																																																																				
18-GL-03-005-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	J07	W2103	STD	RX	TUBOVA																																																																																																																																																																																				
18-GL-03-005-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	J08	W2103	STD	RX	TUBOVA																																																																																																																																																																																				
18-GL-02-001-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	JM-11	W18116	STD	RX	AREA DEL MUELLE																																																																																																																																																																																				
18-GL-02-001-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	JM-12	W18116	STD	RX	AREA DEL MUELLE																																																																																																																																																																																				
18-GL-02-001-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	JM-13	W18116	STD	RX	AREA DEL MUELLE																																																																																																																																																																																				
18-GL-02-001-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	JM-5	W2118116	STD	RX	AREA DEL MUELLE																																																																																																																																																																																				
18-GL-02-001-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	JM-6	W2118116	STD	RX	AREA DEL MUELLE																																																																																																																																																																																				
18-GL-02-001-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	JM-17	W2118116	STD	RX	AREA DEL MUELLE																																																																																																																																																																																				
18-GL-02-004-L1-F1-4	11	N/A	18"	NA	JM-13	W2118116	STD	RX	AREA DEL MUELLE																																																																																																																																																																																				
					PREPARADO POR	REVISADO POR	RECIBIDO POR																																																																																																																																																																																						

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Para cada unidad de ensayos no destructivos era necesario la información y la cantidad de juntas que se les programaría diariamente, así que se elaboró un formato que contenga la información de cada junta soldada, el lugar, el isométrico, el número de junta, el diámetro de soldado, el estampe de soldador, el espesor de la tubería y el tipo de ensayo no destructivo que deben aplicar según lo indicado por el supervisor de calidad.

IMAGEN N°32 MATRIZ DE CONTROL DE GAMMAGRAFÍAS

LOGO 1	SISTEMA DE CALIDAD		LOGO 2		
	PROYECTO: T. Maritimo y Planta de Almacenamiento de GLP Monteverde				
	MATRIZ DE CONTROL DE GAMMAGRAFÍAS				
ITEM	INFORME N°	CARPETA	CAJA	N° HOJA	ESTATUS
1	1	1.1	1	1	OK
2	2	1.1	1	1	OK
3	3	1.1	N.A	1	OK
4	4	1.1	1	2	OK
5	5 Y 6	1.1	N.A	1	OK
6	7	1.1	1 Y 8	1	OK
7	8	1.1	1	1	OK
8	9	1.1	1	1	OK
9	10	1.1	1	1	OK
10	11 AL 14	1.1	N.A	1	OK
11	15 AL 18	1.1	N.A	1	OK
12	19 AL 20	1.1	N.A	1	OK
13	21	1.1	1	1	OK
14	22	1.1	1	1	OK
15	23	1.1	1	1	OK
16	24	1.1	1 Y 2	1	OK
<b>NOTA 1: LAS PLACAS SE ENCUENTRAN EN SUS RESPECTIVAS JUNTAS ORIGINALES</b>					
<b>REALIZADO POR</b>		<b>REVISADO POR</b>		<b>APROBADO POR</b>	
<b>CALIDAD</b>		<b>COORDINADOR DE CALIDAD</b>		<b>FISCALIZACION</b>	

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Este formato es utilizado para controlar la cantidad de informes generados a partir de las evaluaciones de juntas soldadas con gammagrafía industrial del estatus de los mismos con la cantidad de hojas y número de cajas donde se encuentran las gammagrafías.

IMAGEN N°33 MATRIZ DE CONTROL DE TINTAS PENETRANTES

LOGO 1		<b>SISTEMA DE CALIDAD</b> PROYECTO: T. Marítimo y Planta de Almacenamiento de GLP Monteverde <b>MATRIZ DE CONTROL                      DE TINTAS                      PENETRANTES Y                      "SENOCORP"</b>		LOGO 2	
<b>TI</b>	<b>INFORME</b>	<b>CARPETA</b>	<b>N° HOJAS</b>	<b>ESTATUS</b>	
1	1	3.1	1	OK	
2	2	3.1	1	OK	
3	3	3.1	1	OK	
4	4	3.1	1	OK	
5	5	3.1	1	OK	
6	6	3.1	1	OK	
7	7	3.1	2	OK	
8	8	3.1	1	OK	
9	9	3.1	2	OK	
10	10	3.1	1	OK	
11	11	3.1	2	OK	
12	12	3.1	2	OK	
13	13	3.1	2	OK	
14	14	3.1	1	OK	
15	15	3.1	1	OK	
16	16	3.1	1	OK	
<b>REALIZADO POR</b>		<b>REALIZADO POR</b>		<b>APROBADO POR</b>	
<b>CALIDAD</b>		<b>COORDINADOR DE CALIDAD</b>		<b>FISCALIZACION</b>	

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Este formato es utilizado para controlar la cantidad de informes generados a partir de las evaluaciones de juntas soldadas con tintas penetrantes del estatus de los mismos con la cantidad de hojas y número de carpeta donde están ubicados.

IMAGEN N°34 MATRIZ DE CONTROL DE ULTRASONIDO

LOGO 1	<b>SISTEMA DE CALIDAD</b>			LOGO 2
	PROYECTO: T. Maritimo y Planta de Almacenamiento de GLP Monteverde			
	<b>MATRIZ DE CONTROL DE ULTRASONIDO 1 DE 2</b>			
	"SENOCORP"			
<b>TEM</b>	<b>INFORME N°</b>	<b>CARPETA N°</b>	<b>N° HOJAS</b>	<b>ESTATUS</b>
1	1UT	2.1	2	OK
2	2UT	2.1	5	OK
3	3UT	2.1	5	OK
4	4UT	2.1	5	OK
5	5UT	2.1	5	OK
6	6UT	2.1	34	OK
7	7UT	2.1	33	OK
8	8UT	2.1	12	OK
9	9UT	2.1	19	OK
10	10UT	2.1	20	OK
11	11UT	2.1	21	OK
12	12UT	2.1	18	OK
13	13UT	2.1	10	OK
14	14UT	2.1	12	OK
15	15UT	2.1	12	OK
<b>REALIZADO POR</b>		<b>REVISADO POR</b>	<b>APROBADO POR</b>	
<b>CALIDAD</b>		<b>COORDINADOR DE CALIDAD</b>	<b>FISCALIZACIÓN</b>	

FUENTE: CONSORCIO GLP

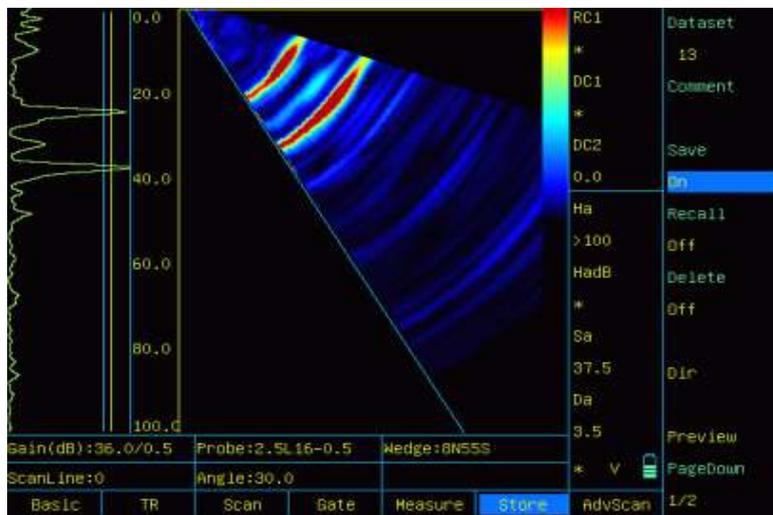
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Este formato es utilizado para controlar la cantidad de informes generados a partir de las evaluaciones de juntas soldadas con ultrasonido avanzado, del estatus de los mismos con la cantidad de hojas y número de carpeta donde estan ubicados.

**IMAGEN N°35 FORMATO DE INSPECCIÓN PARA UT RECHAZADO  
 REPORTE DE INSPECCION POR ULTRASONIDO  
 PARA IDENTIFICACION DEFECTOS**

CLIENTE:		PROYECTO:				
ATENCION:		ELEMENTOS INSPECCIONADOS: CORDONES DE SOLDADURA				
Informe N		Procedimiento No.	Fecha ( mm / dd / aa )	Unidad No:	Material:	Cod. Aceptación: No Págs.:
Estación:	Línea:	Equipo:	Transductor:	Lugar:	Requerimiento de calidad:	
Temperatura:	Nivel dB:	Bloque calibración:	Calibración:	Proceso:	Acoplante:	

JUNTA	SOLDADOR	UBICACION	ESPESOR	ACEPTAR	RECHAZAR	OBSERVACIONES
XXX	XXX	XXXXXX			X	IF ( 2 A 3" ) A 4mm DE PROFUNDIDAD



No. de soldaduras inspeccionadas: 1  
 Total de elementos inspeccionados: 1

NOMBRE: RENAN DE MORA MORENO	NOMBRE:	NOMBRE:
CALIFICADOR	FISCALIZADOR	CLIENTE

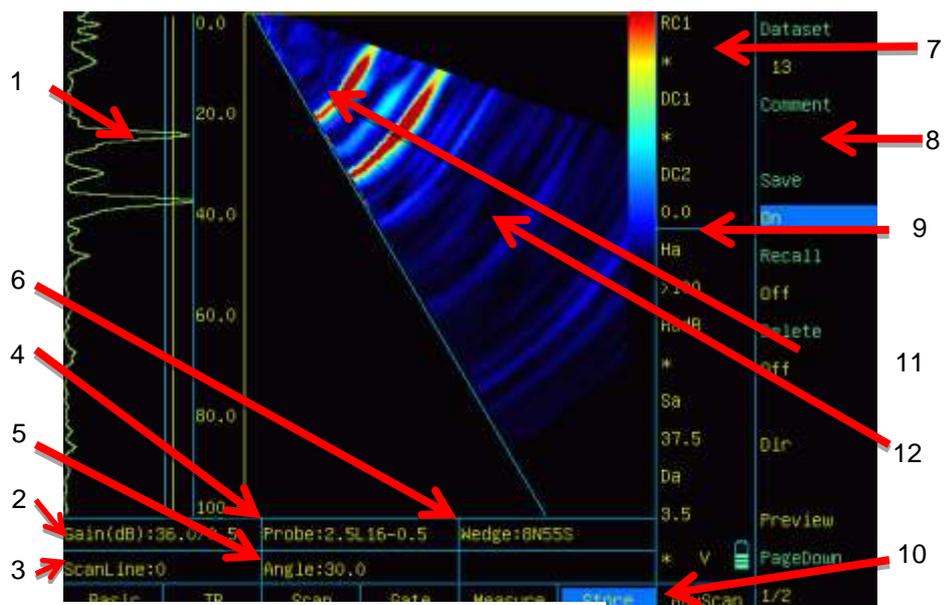
FUENTE: CONSORCIO GLP  
 ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Este formato establece las juntas inspeccionadas con ultrasonido avanzado, si es aceptada y rechazada con discontinuidad en la soldadura.

En la foto de inspección del ultrasonido encontramos lo siguiente:

- |                                    |                                |
|------------------------------------|--------------------------------|
| 1. Amplitud de defectos.           | 2. Ganancia aplicada.          |
| 3. Líneas de exploración.          | 4. Especificación de la sonda. |
| 5. Ángulo.                         | 6. Tipo de cuña o palpador.    |
| 7. Especificación del transductor. | 8. Especificación de la junta. |
| 9. Especificación del equipo.      | 10. Barra de menús.            |
| 11. Imagen con defectos.           | 12. Imagen sin defectos.       |

IMAGEN N°36 FOTO DE INSPECCIÓN DE ULTRASONIDO

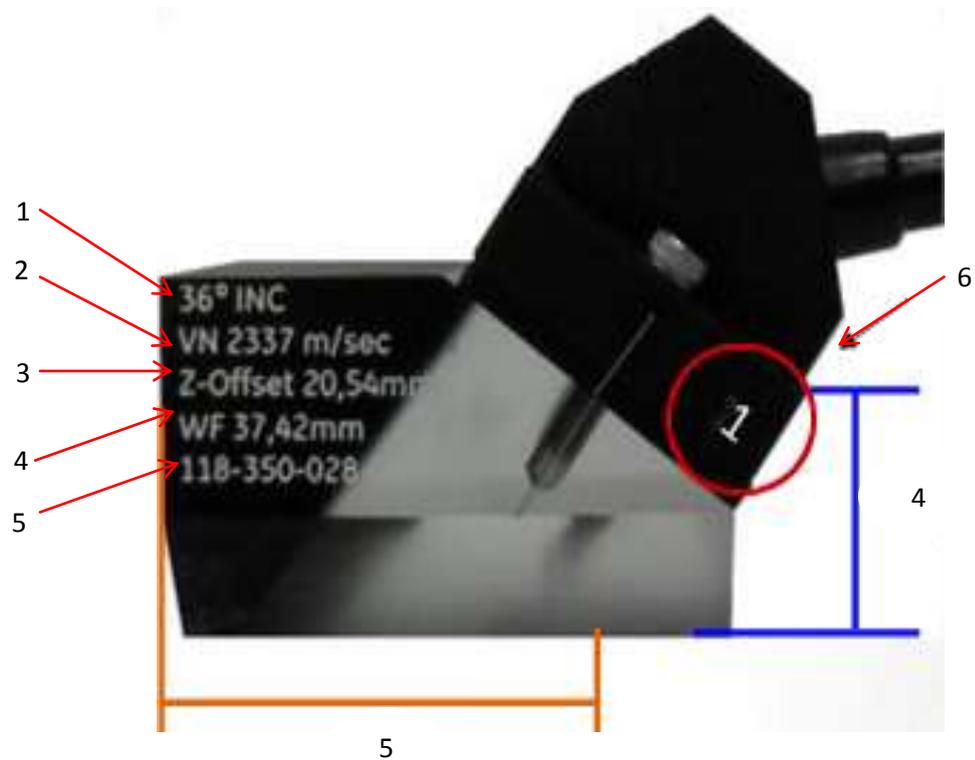


FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Cuando la imagen muestra colores rojo y amarillo se esta detectando los defectos de una soldadura, cuando la imagen es limpia como la parte azul con negro la soldadura se encuentra sin defecto.

IMAGEN N°37 TRANSDUCTOR



FUENTE: <http://www.llogsa.com/>

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

El transductor contiene lo siguiente:

1. Ángulo de incidencia o inclinación.
2. Velocidad de propagación del ultrasonido en la zapata.
3. Retardo de zapata.
4. Wedge Front (cuña delantera).
5. Número de serie.
6. Posición del primer elemento.

### 4.3.3 Nueva maquinaria.

#### 4.3.3.1 Equipo de ultrasonico SIUI Modelo CTS-602.

IMAGEN N°38 EQUIPO DE ULTRASONIDO CTS-602



FUENTE: <http://www.siui.com>

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

#### a) Características

1. Imagen clara
2. Imágenes lineales
3. Imágenes del sector
4. Posición y tamaño de defectos precisos
5. Imágenes por ultrasonidos y visualización de A-scan

## **b) Procedimiento.**

Las soldaduras sujetas a la inspección ultrasónica previamente deben estar aceptadas por inspección visual, la misma que esta a cargo del QA (Aseguramiento de la calidad, siglas en inglés) /QC (Control de calidad, siglas en inglés) responsable de la obra.

Un QA/QC es aquella persona que se considera capaz de asegurar un proceso por medio de la inspección y garantizarlo por medio de registros dicho proceso, es decir como los supervisores de calidad.

Las soldaduras a ser inspeccionadas deben de estar correctamente identificadas con número de Isométrico, número de junta, número de soldador; que está a cargo del QA/QC responsable de la obra.

Las soldaduras sujetas a inspección pueden ejecutarse inmediatamente después de que las soldaduras estén terminadas y a temperatura ambiente.

Los procedimientos de examinación para configuraciones de soldadura comunes están detallados en ASTM 164, la cobertura de inspección será el cordón de soldadura incluyendo la zona térmicamente afectada (HAZHeat Affected Zone, siglas en Inglés).

Las trayectorias de búsqueda se realizarán para determinar la presencia de fisuras transversales y longitudinales, las direcciones de barrido se aplicarán de acuerdo a la condición superficial de la zona a inspeccionarse (ver tipo de barridos en el Anexo 6).

#### 4.3.3.2 KIT de inspección de soldadura

IMAGEN N°39 KIT DE INSPECCIÓN DE SOLDADURA



FUENTE: <http://www.twilight.mx/>

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

El kit de inspección manual de soldadura sirve para la liberación que se realiza visualmente en campo, con este equipo se realizan las medidas que tiene nuestro cordón de soldadura tanto internamente como externamente.

El kit de soldadura contiene lo siguiente:

- GG-1 HI-LO Medidor de alineamiento.

IMAGEN N°40 MEDIDOR DE ALINEAMIENTO



FUENTE: <http://www.bluemetric.mx/>

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Este tipo de galga sirve para las alineaciones entre dos piezas a soldar, se puede realizar tanto internamente como externamente.

- GG-5 Galga V-Wac combo para filetes.

IMAGEN N°41 GALGA V-WAC



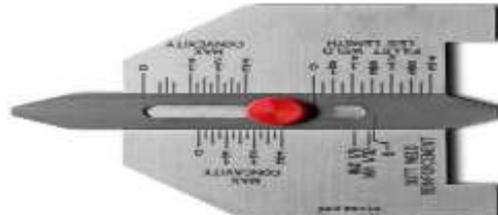
FUENTE: <https://images.ssstatic.com/>

ELABORADO POR RICHARD SUÁREZ

Esta galga es especializada en mediciones de profundidades de corte, porosidades, altura de la corona y permiten confirmar si las soldaduras estan dentro de las especificaciones del proyecto.

- GG-6 Galga tipo AWS.

IMAGEN N°42 GALGA TIPO AWS



FUENTE: <http://www.parasoldar.com/>  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Esta galga mide cuatro imperfecciones como exceso de sobreespesor de una soldadura a tope, exceso de simetría de una soldadura en ángulo, espesor de garganta insuficiente y espesor de garganta excesivo.

- Escala de 6" estándar o métrico.

IMAGEN N°43 ESCALA DE 6"



FUENTE: <https://images.sstatic.com>  
ELABORADO POR RICHARD SUAREZ

Es una herramienta de medición interior, paso y profundidad; lee hasta 0.001" en el sistema estándar y hasta 0.02 mm en el sistema métrico.

- Espejo telescópico .

IMAGEN N°44 ESPEJO TELESCÓPICO



FUENTE: [Http://www.arctechsoldadura.com/](http://www.arctechsoldadura.com/)  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Con esta herramienta podemos visualizar los defectos internamente en una tubería soldada revisando de esta manera la raíz del cordón de soldadura.

- Lámpara con lente de aumento.

IMAGEN N°45 LÁMPARA CON LENTE DE AUMENTO



FUENTE: [Http://www.arctechsoldadura.com/](http://www.arctechsoldadura.com/)  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Con esta lámpara podemos obtener la visualización clara del cordón de soldadura en lugares oscuros donde existiera poca luz.

#### **4.3.4 Recurso humano**

##### **4.3.4.1 Inspector Nivel II en ultrasonido.**

Es aquel individuo que ha sido capacitado y ha demostrado estar debidamente calificado para efectuar correctamente la calibración de un equipo de inspección; aplicar los criterios de aceptación o rechazo definidos en un procedimiento, de interpretar los resultados obtenidos , evaluándolos conforme al código o norma de especificación aplicado.

Requisitos de un Inspector Nivel II en ultrasonido.

- Aprobar exámenes de aptitud física.
  - Agudeza visual lejano.
  - Agudeza visual cercano.
  - Discriminación cromática.
- Aprobar exámenes de conocimientos.
  - Examen general del método.
  - Examen específico.
- Aprobar exámenes de habilidad práctica.
  - Habilidad para calibrar y operar el equipo.

Para observar un certificado de un técnico Nivel II ver Anexo 7.

#### **4.3.4.2 Supervisor de Calidad.**

Encargado de verificar el cumplimiento del procedimiento, certificar la calidad de los materiales y accesorios para la fabricación de las líneas de flujo, las juntas de soldadura, su montaje e instalación en sitio de acuerdo a las normas establecidas por el cliente.

Requisitos:

- Conocimientos de calidad total, Normas ISO, documentación, procedimientos, organización y métodos.
- Analizar la información del proyecto para determinar las especificaciones.
- Llevar a cabo las inspecciones requeridas, pruebas o mediciones de los materiales, productos o instalaciones, y comprobar si se cumplen las especificaciones.
- Participar en la organización del proceso de producción, proponer cambios para mejorar el proceso.
- Elaborar procedimientos según los lineamientos de las Normas utilizadas del proyecto.
- Manejo de programas como: EXCEL, AUTOCAD, WORD entre otros.
- Experiencia mínima 1 año.

#### **4.3.4.3 Asistente de Calidad.**

Es responsable del cumplimiento y del procedimiento, obtener datos y documentar llenando los registros para esta actividad, informar los cambios de ruta o dirección que se realiza en las líneas de flujo en los planos conjuntamente con Fiscalización.

Requisitos:

- Conocimientos básicos de Normas de Calidad.
- Interpretar planos APC.
- Interpretar planos con isométricos de tubería.
- Manejo de programas como: EXCEL, AUTOCAD, WORD.
- No se necesita experiencia.

#### **4.3.4 Niveles de aceptación.**

##### **4.3.4.1 Según ASME B31.3.**

Las discontinuidades de tipo lineal no son aceptables, si la amplitud de la discontinuidad detectada, excede el nivel de referencia y sus longitudes exceden lo siguiente:

- 6mm (1/4in.) para  $T_w \leq 19\text{mm}$  (3/4in.)

Si la longitud es de 6mm para todos los espesores nominales menores e iguales a 19mm.

- $T_w/3$  for  $19\text{mm} < T_w \leq 57\text{mm}$  (21/4in.)

Si la longitud equivale al espesor de la pared más delgada sobre tres para todos los espesores nominales entre 19mm a 57mm.

- 19mm for  $T_w > 57\text{mm}$  (21/4in.)

Si la longitud es de 19mm para todos los espesores nominales mayores a 57mm.

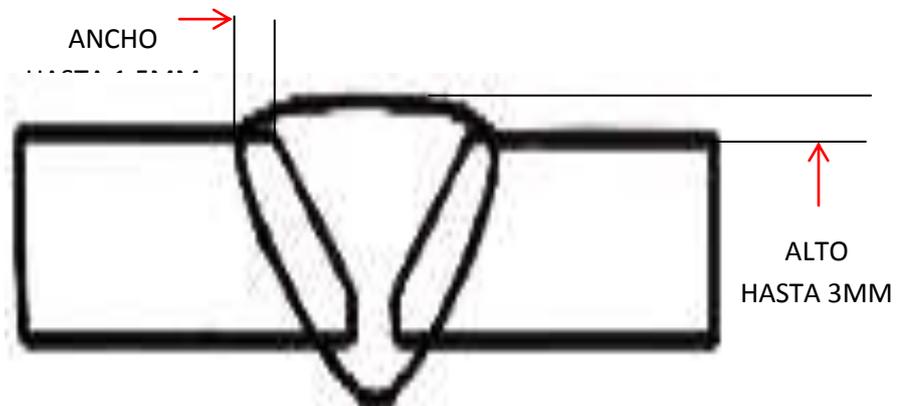
Donde:

$T_w$  = espesor nominal de pared más delgado de los componentes a tope.

#### **4.3.4.2 Según inspección visual.**

- En caso de la presencia de algún defecto a la vista este debe ser retirado con la ayuda del esmeril y verificar con la ayuda de las tintas penetrantes la correcta reparación y aceptación del mismo.
- El alto del pase de presentación o refuerzo de soldadura se acepta hasta 3mm y ancho del pase de presentación no debe sobrepasar 1,5mm a lado y lado del borde del bisel.

#### IMAGEN N°46 ALTO Y ANCHO DEL PASE DE PRESENTACIÓN



FUENTE: <https://sites.google.com>

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

- El supervisor verifica que la cara del cordón de presentación sea plana o ligeramente convexa, uniforme en ancho, alto, color, apariencia y emite concepto de aceptación o rechazo; marcando un “OK” en el reporte diario de soldadura.
- El supervisor identifica la junta soldada de acuerdo a los planos de fabricación, controlando la producción, con su respectiva isometría, lugar de soldado y los diferentes SPOOLS fabricados en campo y en el taller.

4.3.5 Pruebas de laboratorio

IMAGEN N°47 INFORME DE INSPECCIÓN J8



**SENOCORP S.A.**  
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

REPORTE DE INSPECCION POR ULTRASONIDO

CLIENTE: CONSORCIO GLP ECUADOR Estación: IRG FREDDY MANTILLA				PROYECTO: GLP MONTEVERDE ELEMENTOS INSPECCIONADOS: CORDONES DE SOLDADURA PIPE RACK LINEAS DE 18"			
Informe No. 2 UT	Procedimiento No. UT-01-2013	Fecha (año / día / mes) MAYO-03 - 2013	Unidad No. 01	Materia: A 233 Gr 2	Cond. Aceptación: ASME B 31.3	No. Págs.: 1 de 5	
Estación: X	Linea:	Equipo: SHH CTS 882	Transductor: 2.5MHz 9.9 mm	Lugar: MONTEVERDE	Requisito de calidad: SUPERFICIE LIMPIA		
Temperatura: AMBIENTE	Nivel de: 35	Bloque calibración: GSK-1A	Calibración: MANUAL	Proceso: MANUAL	Aceptación: CARBONACIL CEN 30.05A		

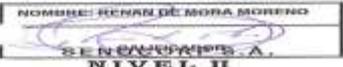
JUNTA	W-154	ESPECIFICACION	ESPECTOR	ACEPTAR	RECHAZAR	OBSERVACIONES
J8	154	18-GL-15-135 L1-F1-4	STD	X		

No. de soldaduras inspeccionadas: 1	
Total de elementos inspeccionados: 1	

NOMBRE: RICHARD DE MORA MORENO  SENOCORP S.A. NIVEL II	NOMBRE: <i>[Signature]</i> FISCALIZADOR	NOMBRE: <i>[Signature]</i> CLIENTE
--	--	---------------------------------------

Radiografía Industrial - Ultrasonido - Partículas Magnéticas - Líquidos Penetrantes - Inspección Visual  
 Pruebas de Tensión - Calibración de Subestancias - Medición de Espesores de Paredes  
 OFICINA: 04-2303375      FAX: 04-6043812  
 POCOA: 094219116      MONTEVERDE: 09839224

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

En el informe de inspección 2UT de la junta J8 con estampe W-154 del isométrico 18-GL-15-135-L1-F1-4 de espesor Std (estándar) está aceptada, como muestra la imagen del equipo no existe ningún defecto, de esta manera la junta está aprobada por la fiscalización con su firma junta a la del técnico Nivel II y del cliente.

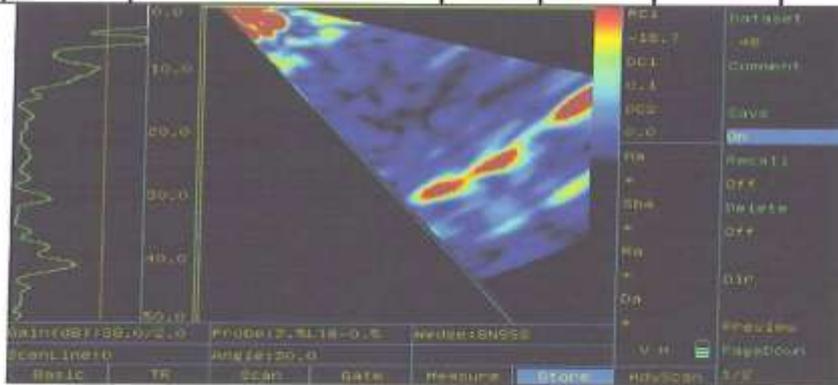
## IMAGEN N°48 INFORME DE INSPECCIÓN J12



### REPORTE DE INSPECCION POR ULTRASONIDO

CLIENTE: CONSORCIO GLP ECUADOR		PROYECTO: GLP MONTEVERDE					
Estación: ING FREDDY MANTILLA		ELEMENTOS INSPECCIONADOS: CONDONES DE SOLDADURA PIPE RACK					
		LINEAS DE 18"					
Informe No. 2 UT	Procedimiento No. UT-01-2013	Fecha (mm/dd/aa) MAYO -03 - 2013	Unidad No. 01	Material: A 333 Gr 3	Cod. Aceptación: ASME B 31.3	No. Págs.: 2 de 5	
Estación: X	Línea:	Equipo: SIUI CTS 602	Transductor: 2.516 x 3.9 8x39e	Lugar: MONTEVERDE	Requerimiento de calidad: SUPERFICIE LIMPIA		
Temperatura: AMBIENTE	Nivel dB: 38	Bloque calibración: CSR-1A	Calibración: MANUAL	Proceso: MANUAL	Aceptante: CARLOS METR. CELUOSA		

JUNTA	SOLDADOR	UBICACION	ESPESOR	ACEPTAR	RECHAZAR	OBSERVACIONES
J 12	146 - 149	18-GL15-135 L1-F1-4	STD		X	EU de 1" a 31"



No. de soldaduras inspeccionadas: 1
Total de elementos inspeccionados: 1

NOMBRE: RENANDE MORA MORENO  CALIFICADOR SENOCORP S.A. NIVEL II	NOMBRE: FISCALIZADOR	NOMBRE: CLIENTE
---	-------------------------	--------------------

Radiografía Industrial	Ultrasonido	Partículas Magnéticas	Líquidos Penetrantes
Pruebas de Viento	Calibración de Soldadores	Medición de Espesores de Paredes	
FAJ: 01-603812 MOVISTAS: 099289234			

FUENTE: CONSORCIO GLP  
 ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

En el informe de inspección 2UT de la junta J12 con estampe W-146/149 del isométrico 18-GL-15-135-L1-F1-4 de espesor Std está rechazada, como muestra la imagen del equipo existe mordedura externa (EU), el informe esta revisado por la fiscalización dando en constancia del defecto para la reparación de la J12 con su firma.



## IMAGEN N°50 INFORME DE INSPECCIÓN J3

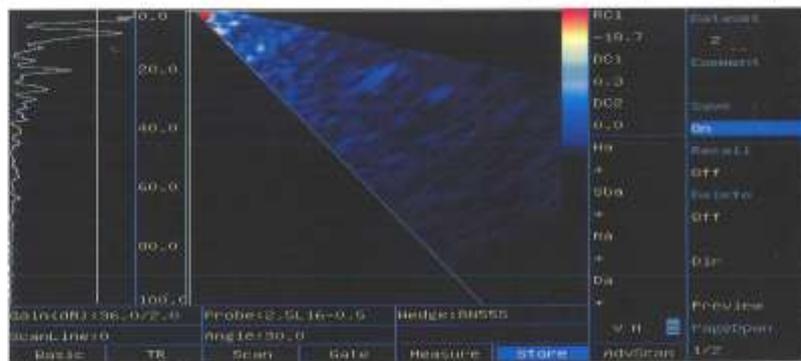


### REPORTE DE INSPECCION POR ULTRASONIDO

FUENTE: CONSORCIO GLP ECUADOR Unión: ING FREDDY MANTILLA	PROYECTO: GLP MONTEVERDE ELEMENTOS INSPECCIONADOS: CORDONES DE SOLDADURA LINEAS DE 10"
---	--

Informe N° 11 UT	Procedimiento No. UT-01-2013	Fecha (mm / dd / aa) MAYO -15 - 2013	Unidad No: 01	Material: A 333 Gr 3	Cod. Aceptación: ASME B 31.3	No. Págs.: 2 de 21
Estación: X	Línea:	Equipo: SUII CTS 802	Transductor: 2.5MHz 0.59 60mm	Lugar: MONTEVERDE	Requerimiento de calidad: SUPERFICIE LIMPIA	
Temperatura: AMBIENTE	Nivel dB: 36	Bloque calibración: CSK-1A	Calibración: MANUAL	Proceso: MANUAL	Acoplante: CARBOXIMETIL CELULOSA	

JUNTA	SOLDADOR	UBICACION	ESPESOR	ACEPTAR	RECHAZAR	OBSERVACIONES
J3	128 - 150	10-GL-18-170-M1-F1-3.5	STD	X		



No. de soldaduras inspeccionadas: 1  
 Total de elementos inspeccionados: 1

NOMBRE: <b>BENJAMIN DE MORA MORENO</b> CALIFICADOR	NOMBRE: <i>[Firma]</i> FISCALIZADOR	NOMBRE: <i>[Firma]</i> CLIENTE
---	--	-----------------------------------

Radiografía Industrial - Ultrasonido - Partículas Magnéticas - Líquidos Penetrantes - Inspección Visual  
 Prueba de Vacío - Calificación de Soldadores - Medición de Espesores de Pintura  
 OFICINA | 04-2293378 FAX: 04-6012812  
 FOBT: 094219116 MOVISTAR: 096289238

FUENTE: CONSORCIO GLP  
 ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

En el informe de inspección 11UT de la junta J3 con estampe W-128/150 del isométrico 18-GL-15-170-M1-F1-3,5 de espesor Std está aceptada, como muestra la imagen del equipo no existe ningun defecto, de esta manera la junta está aprobada por la fiscalización con su firma junta a la del técnico Nivel II y del cliente.

**TABLA N°9 ANÁLISIS DE MATERIALES  
SEGÚN EL SERVICIO**

<b>SERVICIO</b>	<b>TIPO DE MATERIAL</b>	<b>CLASE DE PRESIÓN</b>	<b>PRESIÓN DE DISEÑO (PSI)</b>	<b>PRESIÓN DE PRUEBA (PSI)</b>
HC	ACERO ALEADO	ANSI 150 – 300 RF	260 675	390 1012,5
GL	ACERO ALEADO	ANSI 150 – 300 RF	260 675	390 1012,5
CD	ACERO ALEADO	ANSI 300 RF	675	1012,5
ET	ACERO INOXIDABLE	ANSI 150 RF	260	390
FW	ACERO DÚPLEX ACERO AL CARBONO	ANSI 150 RF	260	390
SW	ACERO DÚPLEX	ANSI 150 RF	260	390
D	ACERO AL CARBONO	ANSI 150 RF	260	390
AP	ACERO AL CARBONO	ANSI 150 RF	260	390
AE	ACERO AL CARBONO	ANSI 150 RF	260	390
AI	ACERO AL CARBONO	ANSI 150 RF	260	390
AS	ACERO AL CARBONO	ANSI 150 RF	260	390
N	ACERO AL CARBONO	ANSI 150 RF	260	390
AD	ACERO AL CARBONO	ANSI 150 RF	260	390

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

En la siguiente tabla hemos dividido cada servicio con el tipo de material a utilizar, el acero aleado para tres servicios, el acero al carbono en ocho servicios, el acero dúplex utilizado para dos servicios y el acero inoxidable en un servicio; encontramos la especificación de la clase de presión ANSI (Instituto Nacional Estadounidense de Estándares, siglas en inglés) 150 Raised Face (150 libras, Cara elevada), es utilizada para las bridas con la capacidad de 285 psi hasta 450 psi de presión y para el ANSI 300 RF con la capacidad de 740 psi hasta 1.125 psi de presión, también muestra la presión de diseño con la ingeniería básica del proyecto y la presión de prueba para servicios de tuberías la cual no debe ser menor de 1.5 veces la Presión de diseño según el ASME B31.3.

TABLA N°10 CURSO DE CAPACITACIÓN

Cantidad	Descripción	Fecha	Horas	Costo por hora	Costo total
1	Control de ingreso a las instalaciones	29 de abril	30	10.00	300.00
1	Seguridad al ingreso de vehículos y personal	5 de mayo	20	10,00	200.00

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR RICHARD SUÁREZ

Todas las capacitaciones son realizadas por los inspectores de seguridad según las necesidades del proyecto.

#### **4.3.4.6 Gestión de calificación INEN. Gestión de ISO 9000.**

Se determina la calificación del uso de los Ensayos No Destructivos en las Normativas INEN (citadas en el Anexo 8), con todos los requerimientos de las Normas ISO para la liberación de soldadura, la aplicación de los diferentes métodos según los materiales utilizados, el control y calibración de los equipos para el ultrasonido avanzado, las fuentes de Iridio con la documentación de permisos de uso y funcionamiento.

Todas estas normativas muestran los lineamientos que deben cumplir, las especificaciones técnicas, los procedimientos y las condiciones en donde saber aplicar estas liberaciones.

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE LA PROPUESTA

#### 5.1 Costos e inversiones de la propuesta.

TABLA N°11 COSTOS DE UNIDAD DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Actividad	Dias de trabajo	Cantidad	Valor por día	Valor total
Unidad de ultrasonido avanzado	142	1	540,00	76.680,00
Unidad de gammagrafía industrial	123	1	540,00	66.422,00
Unidad de tintas penetrantes	127	1	400,00	50.800,00
		Total	1.480,00	193.902,00

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

TABLA N°12 COSTOS UNITARIOS POR JUNTAS DE SOLDADURA EXAMINADOS SEGÚN DIÁMETRO Y ESPESOR

Diámetro	Cédulas	Costo unitario	Diámetro	Cédulas	Costo unitario
1"	TODAS	15,00	14"	TODAS	30,00
2"	TODAS	15,00	16"	TODAS	33,00
3"	TODAS	20,00	18"	TODAS	38,00
4"	TODAS	20,00	20"	TODAS	41,00
6"	TODAS	23,00	22"	TODAS	43,00
8"	TODAS	24,00	24"	TODAS	45,00
10"	TODAS	26,00	26"	TODAS	47,00
12"	TODAS	28,00	28"	TODAS	49,00

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

**TABLA N°13 COSTOS DE JUNTAS INSPECCIONADAS  
CON ULTRASONIDO SEGÚN DIÁMETRO**

Diámetro	Cantidad	Costo unitario	Costo total
3	325	20,00	6.500,00
4	606	20,00	12.120,00
6	204	23,00	4.692,00
8	570	24,00	13.680,00
10	275	26,00	7.150,00
12	310	28,00	8.680,00
14	117	30,00	3.510,00
16	61	33,00	2.013,00
18	108	38,00	4.104,00
20	4	41,00	164,00
24	30	45,00	1350,00
<b>Total</b>	<b>2610</b>	<b>-</b>	<b>63.963,00</b>

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

**TABLA N°14 COSTOS DE JUNTAS INSPECCIONADAS  
CON GAMMAGRAFÍA SEGÚN DIÁMETRO**

Diámetro	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	200	15,00	3.000,00
1 ½	42	15,00	630,00
2	250	15,00	3.750,00
<b>Total</b>	<b>492</b>	<b>-</b>	<b>7.380,00</b>

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

**TABLA N°15 COSTO DE JUNTAS INSPECCIONADAS  
CON TINTAS PENETRANTES SEGÚN DIÁMETRO**

Diámetro	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	180	15,00	2.700,00
2	120	15,00	1.800,00
3	25	20,00	500,00
4	20	20,00	400,00
6	20	23,00	460,00
8	20	24,00	480,00
<b>Total</b>	<b>385</b>	<b>-</b>	<b>6.340,00</b>

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

**TABLA N°16 RESUMEN DE COSTOS REALIZADOS**

UNIDAD DE END	JUNTAS INSPECCIONADAS	COSTO POR INSPECCIÓN	COSTO POR UNIDAD DE END
Ultrasonido	2610	63.963,00	76.680,00
Gammagrafía	492	7.380,00	66.422,00
Tintas penetrantes	385	6.340,00	50.800,00
<b>Total</b>	<b>3487</b>	<b>77.683,00</b>	<b>193.902,00</b>

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Costo total de inversión  $77.683,0 + 193.902,00 = \mathbf{\$271.585,00}$ .

## **5.2 Financiamiento.**

La empresa Consorcio GLP constituida por la unión de la empresa TESCA y MAESA son los responsables directos en el financiamiento de estas inspecciones realizadas por la empresa Senocorp encargada de los ensayos no destructivos dentro de Planta y almacenamiento de GLP en Monteverde.

## **5.3 Análisis Costo-Beneficio**

Con la implementación del nuevo método de liberar la soldadura del proyecto y la integración de las unidades de ensayos no destructivos separados de la siguiente manera:

- La unidad de ultrasonido para inspeccionar juntas soldadas a tope mayores a dos pulgadas de diámetro.
- La unidad de gammagrafía apartir del informe 722 al 845 sólo inspeccionará juntas menores o iguales a dos pulgadas de diámetro.
- La unidad de tintas penetrantes encargada solamente en inspeccionar soldaduras a filete.

La empresa invertirá esta cantidad de dinero con el fin de cubrir de esta manera las necesidades que se encontraba el departamento de calidad con la liberación de la soldadura del proyecto, cubriendo las insuficiencias en inspecciones y liberaciones de informes por parte de la fiscalización.

#### **5.4 Recuperación de la inversión**

En este tipo de proyectos una vez terminadas todas las inspecciones faltantes y cubrir las observaciones de las fiscalizadora se procede a entregar como Dossier de Ensayos No Destructivos al cliente, verificando las cantidades de juntas inspeccionadas, con la cantidad de juntas soldadas por servicio.

Se entrego al final del proyecto dividido en tomos y carpetas de la siguiente manera:

**TABLA N°17 ENTREGA FINAL DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS**

<b>ENSAYO NO DESTRUCTIVO</b>	<b>TOMOS</b>	<b>CARPETAS</b>
Ultrasonido del informe 1 al 142	10	10
Gammagrafía del informe 1 al 845	6	6
Tintas penetrantes del informe 1 al 127	1	1

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

Con esta entrega el Cliente FLOPEC canceló la inversión puesta por el consorcio GLP de \$ **271.585,00** una vez culminada la entrega a los 142 días de haber terminado las inspecciones con la unidades de ensayos no destructivos.

### 5.5 Cronograma de la implementación.

**TABLA N°18 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN**

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN										
<b>ACTIVIDAD</b>	MAYO – JULIO			AGOSTO - OCTUBRE			NOVIEMBRE – ENERO			TOTAL
INSPECCIÓN CON ULTRASONIDO	X	X	X	X	X	X	X		X	8
INSPECCIÓN CON GAMMAGRAFÍA			X	X	X	X	X	X	X	7
INSPECCIÓN CON TINTAS PENETRANTES			X	X	X	X	X			5
TOTAL DE INVERSIÓN	1	2	3	3	3	3	3	1	2	20
<b>FINANCIAMIENTO</b>										
CONSORCIO GLP	1	2	3	3	3	3	3	1	2	20

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

## CONCLUSIONES

- Con el método de inspección por ultrasonido los trabajos de liberaciones se realizan con mucha facilidad.
- La empresa Consorcio GLP Ecuador construyó el proyecto “Planta de almacenamiento de GLP en Monteverde” que contiene un muelle para atracar buques de hasta 75.000 DWT; 4 tanques para contener propano y butano, y 3 esferas para almacenar 20.000 barriles de GLP presurizado.
- En la liberación de soldadura a través de los ensayos no destructivos la inspección por gammagrafía halló problemas en la ejecución porque no completaban la programación de 15 juntas diarias inspeccionadas.
- La utilización de ultrasonido avanzado en la liberación soldadura aumentó el promedio de inspección a 18 juntas diaria con el 20% mayor al de gammagrafía.
- La empresa Consorcio GLP Ecuador financiará las 3.487 juntas inspeccionadas por las tres unidades de ensayos no destructivos invirtiendo \$271.585,00 en el proyecto “Planta de almacenamiento de GLP en Monteverde”.

## RECOMENDACIONES

- Se debe limpiar con una grata la parte lateral de la junta para realizar la inspección por ultrasonido.
- Antes de cualquier inspección con ensayos no destructivos se debe realizar la inspección visual con el kit de soldadura aplicando cada una de los criterios en esta fase de inspección por un supervisor de calidad o el asistente de calidad.
- Se debe examinar el sitio de trabajo para los ensayos no destructivos, si cuenta con las facilidades para el desarrollo de las inspecciones a las juntas soldadas.
- Se debe designar la coordinación de los trabajos de ensayos no destructivos al técnico encargado de llevar el registro diario de soldadura que acompañe al Nivel II en ultrasonido identificando las juntas a inspeccionarse.
- Se debe cotizar los valores actuales de cada inspección ya que varían debido a la empresa y a los diferentes equipos de inspección para ensayos no destructivos.

## BIBLIOGRAFÍA

- FRED E. MEYERS, Estudios de Tiempos y Movimientos, USA 2000
- JAMES ROBERT EVANS, WILLIAM M. LINDSAY, Administración y Control de la Calidad, USA 2008
- PEMEX, Sistemas de Tuberías en Plantas Industriales, Instalación y Pruebas, MÉXICO 2005
- ASME B31.3, Tuberías de Proceso, USA 2010
- PABLO JUAN VERDOY, JORGE MATEU MAHIQUES, SANTIAGO SAGASTA PELLICER, Manual de Control Estadístico de Calidad: Teoría y Aplicaciones, ESPAÑA 2006
- ALBERT S. BIRKS , ROBERT E. GREEN, JR. , PAUL MACINTIRE, ASNT Manual de Pruebas No Destructiva: Ensayo por Ultrasonidos, USA 1991

# ANEXOS

## ANEXO 1 CALIFICACIÓN DE DESEMPEÑO A SOLDADOR

	<b>SISTEMA DE CALIDAD</b>																																																																
	CALIFICACIÓN DE DESEMPEÑO DE SOLDADORES																																																																
	CONTRATO No. 11-184		CONSTRUCTOR: CONSORCIO GLP																																																														
DOC. No.:		PROYECTO: CALIFICACIÓN DE SOLDADORES																																																															
Report No.:		PAGINA- No. 1 De 1																																																															
		FECHA - :		30-Jul-2012																																																													
GLP-PDR-04	DE ACUERDO A WPS No. GLP-WPS-03	PROCESO DE SOLDADURA SMAW	CÓDIGO APLICADO: Sección ABME DE (CW-30) (Norma de referencia)		PROCESO: MANUAL																																																												
NOMBRE DEL SOLDADOR: HÉCTOR ASTERO HERNÁNDEZ TARRA		C.I. 08087364-6	TELÉFONO: 065-261118		ESTAMPE # - W-64																																																												
<b>METAL BASE -</b>																																																																	
DESORIPCIÓN:	ASTM A105 Gr. B	GRUPO:	P. Nº 1 - A15																																																														
ESPEZOR DE PRUEBA:	3.7 mm	DIÁMETRO DE PRUEBA:		Tubo 8 x 4																																																													
<b>RANGO DE CALIFICACIÓN -</b>																																																																	
RANGO DE ESPESORES:	DESDE - From	3.2 mm	HASTA - To	ILIMITADO																																																													
RANGO DE DIÁMETROS:	DESDE - From	de 1 to 0.25 mm	HASTA - To	ILIMITADO																																																													
<b>DEPOSITO DE SOLDADURA CALIFICADO -</b>																																																																	
Soldadura depositada GTAW:	N/A	Deposito de soldadura calificado GTAW /		N/A																																																													
Soldadura depositada SMAW:	15 mm	Deposito de soldadura calificado SMAW /		12 mm																																																													
<b>MATERIALES DE APORTE -</b>																																																																	
GRUPO - Group:	E1 (E-1)		ESPECIFICACIÓN AWS:		E-8015 E-7018																																																												
TIPO DE ELECTRODO:	STICK		No. DE SOLDADORES:		1																																																												
TAMAÑO DEL METAL DE APORTE:			M. V. (mm) (1/8") (0.25 mm)																																																														
IDENTIFICACIÓN COMERCIAL:			LINCOLN																																																														
<b>POSICIÓN -</b>																																																																	
DESCRIPCIÓN:	tubo 3.2 x 4 - 9mm		POSICIÓN DE SOLDADURA:		↑ 1 B																																																												
<b>TEMPERATURA DE PRECALENTAMIENTO -</b>																																																																	
TEMP. DE PRECALENTAMIENTO:	N/A		TEMPERATURA ENTRE PASES:		N/A																																																												
<b>TRATAMIENTO TÉRMICO POSTERIOR</b>																																																																	
REALIZACIÓN:	N/A																																																																
<b>GAS DE PROTECCIÓN -</b>																																																																	
DESCRIPCIÓN:	N/A		VALOR DE PRUEBA -	N/A																																																													
<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS -</b>																																																																	
TIPO DE CORRIENTE:	DC		POLARIDAD:	DC (+)																																																													
<b>TÉCNICA, VER TABLA No. 1 -</b>																																																																	
TIPO DE DEPÓSITO:	RESTO Y DOLANDO		PASES:	MÚLTIPLES																																																													
LIMPIEZA INICIAL Y ENTRE PASES:	GRATA Y CEPILLOS MANUALES																																																																
TIEMPO ENTRE PASES:	N/A																																																																
REMOCIÓN DE LA DRAPA DE ALINEACIÓN:	N/A																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">PASE Nº</th> <th rowspan="2">PROCESO</th> <th rowspan="2">CLASE DE ELECTRODO</th> <th>TAMAÑO DEL ELECTRODO</th> <th>CORRIENTE</th> <th>VELocidad</th> <th>VELOCIDAD DE AVANCE</th> </tr> <tr> <th>mm</th> <th>Rango Amperaje</th> <th>Rango Voltaje</th> <th>cm/min</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>GTAW</td> <td>E-8015</td> <td>3.2 mm</td> <td>80 A</td> <td>25.7 V</td> <td>8 cm/min</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>GTAW</td> <td>E-8015</td> <td>3.2 mm</td> <td>62 A</td> <td>24.8 V</td> <td>12 cm/min</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>GTAW</td> <td>E-7018</td> <td>3.2 mm</td> <td>97 A</td> <td>28.8 V</td> <td>12 cm/min</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>GTAW</td> <td>E-7018</td> <td>3.2 mm</td> <td>68 A</td> <td>27.3 V</td> <td>12 cm/min</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						PASE Nº	PROCESO	CLASE DE ELECTRODO	TAMAÑO DEL ELECTRODO	CORRIENTE	VELocidad	VELOCIDAD DE AVANCE	mm	Rango Amperaje	Rango Voltaje	cm/min	1	GTAW	E-8015	3.2 mm	80 A	25.7 V	8 cm/min	2	GTAW	E-8015	3.2 mm	62 A	24.8 V	12 cm/min	3	GTAW	E-7018	3.2 mm	97 A	28.8 V	12 cm/min	4	GTAW	E-7018	3.2 mm	68 A	27.3 V	12 cm/min	5							6							7						
PASE Nº	PROCESO	CLASE DE ELECTRODO	TAMAÑO DEL ELECTRODO	CORRIENTE	VELocidad				VELOCIDAD DE AVANCE																																																								
			mm	Rango Amperaje	Rango Voltaje	cm/min																																																											
1	GTAW	E-8015	3.2 mm	80 A	25.7 V	8 cm/min																																																											
2	GTAW	E-8015	3.2 mm	62 A	24.8 V	12 cm/min																																																											
3	GTAW	E-7018	3.2 mm	97 A	28.8 V	12 cm/min																																																											
4	GTAW	E-7018	3.2 mm	68 A	27.3 V	12 cm/min																																																											
5																																																																	
6																																																																	
7																																																																	
INSPECCIÓN VISUAL:		ACEPTADO		OBSERVACIONES																																																													
ENSAYO NO DESTRUCTIVO:		OK		CW-194																																																													
ENSAYO DESTRUCTIVO:		N/A		-																																																													
EL ENVASE ES:		ACEPTADO		EXPLICAR SI ES RECHAZADO:																																																													
RECHAZADO:		OK		-																																																													
REGISTRADO POR:		REVISADO POR:		APROBADO POR:																																																													
POR EL CLIENTE:																																																																	
NOMBRE:	Humberto Navarrete II	Freddy Martínez		Manuel Trujillo																																																													
CARGO:	C. Calidad GLP	Coordinador QA/QC GLP		Facilitador TI																																																													
FIRMA:																																																																	
FECHA - Date:	30-Jul-2012	30-Jul-2012		30-Jul-2012																																																													

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

## ANEXO 2 FORMATO DE INSPECCIÓN EN CAMPO

LOGO 1	TERMINAL MARITIMO Y PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GLP EN MONTEVERDE	LOGO 2		
	LISTA DE VERIFICACION INSTALACION DE SOLDADURA		Fecha:	
GQ-PR-GCE-GRL-031-F01				
DATOS GENERALES				
SISTEMA				
SUBSISTEMA				
CIRC. DE PRUEBA		AREA		
CONTRATISTA:				
ISOMÉTRICO N°		REV.:		
LISTA DE VERIFICACIÓN				
ITEM	DESCRIPCION	SI	NO	N/A
1	CORTE Y BISELADO PREPARACION DE LA JUNTA DE ACUERDO AL WPS			
2	LOS BISELES Y LAS CARAS DE LAS BRIDAS ESTAN PROTEGIDOS Y LIBRES DE DAÑOS			
3	LOS TUBOS Y/O SPOOLS FUERON LIMPIADOS INTERNAMENTE			
4	DIMENSIONALMENTE EL O LOS SPOOLS ESTAN DE ACUERDO AL ISOMETRICO			
5	EL RATING DE LAS BRIDAS Y EMPAQUES INSTALADOS SON LOS REQUERIDOS			
6	VERIFICACION DE LA LIMPIEZA DEL PASE DE RAIZ, ENTRE PASES Y REFUERZO			
7	PRECALENTAMIENTO DE SOLDADURAS			
OBSERVACIONES:				
JEFE DE FASE		CONTROL DE CALIDAD		FISCALIZACIÓN
Nombre		Nombre		Nombre
Fecha		Fecha		Fecha

FUENTE: CONSORCIO GLP

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ





**ANEXO 5 CERTIFICADO DE CAPACITACIÓN EN SOLDADURA.**

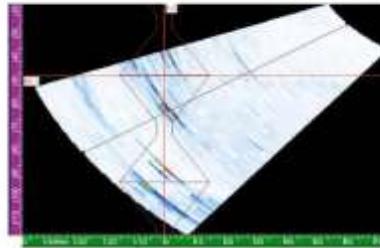
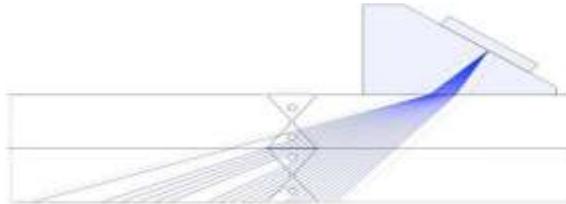


FUENTE: <http://lincoln.com/>

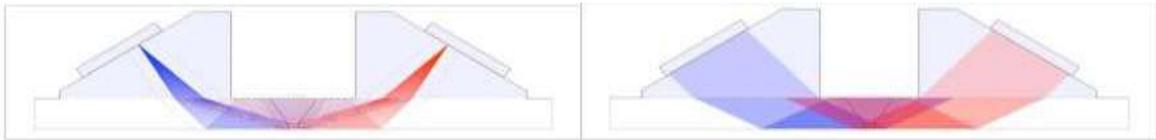
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

## ANEXO 6 TÉCNICAS DE BARRIDO PARA INSPECCIÓN DE SOLDADURA CON ULTRASONIDO

SEGÚN ASTM E 2700



MODELO DE SCAN S



INSPECCION DE SOLDADURAS DE AMBOS LADOS DE BISEL



FUENTE: CONSORCIO GLP  
ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

**ANEXO 7 CERTIFICADO DE UN NIVEL II EN ULTRASONIDO**



FUENTE: JEAN VERANO

ELABORADO POR: RICHARD SUÁREZ

## **ANEXO 8 NORMATIVAS DE CALIFICACIÓN.**

**NTE INEN 1 625** Calificación y certificación de personal para ensayos no destructivos (END).

**NTE INEN-ISO 11699-1** Ensayos no destructivos. Película para radiografía industrial. Parte 1: Clasificación de los servicios de película para radiografía industrial (ISO 11699-1:2008).

**NTE INEN-ISO 11699-2** Ensayos no destructivos. Película para radiografía industrial. Parte 2: Control del procesado de las películas mediante valores de referencia (ISO 11699-2:1998).

**NTE INEN-ISO 12706** Ensayos no destructivos. Ensayos por líquidos penetrantes. Vocabulario (ISO12706:2009).

**NTE INEN-ISO 2400** Ensayos no destructivos. Examen por ultrasonidos. Especificaciones relativas al bloque de calibración nº 1 (ISO 2400:2012).

**NTE INEN-ISO 3059** Ensayos no destructivos. Ensayo mediante líquidos penetrantes y partículas magnéticas. Condiciones de observación (ISO 3059:2012).

**NTE INEN-ISO 3452-2** Ensayos no destructivos. Ensayo por líquidos penetrantes. Parte 2: Ensayo de productos penetrantes (ISO 3452-2:2006).

**NTE INEN-ISO 3452-3** Ensayos no destructivos. Ensayos por líquidos penetrantes. Parte 3: Bloques patrón (ISO 3452-3:1998).

**NTE INEN-ISO 3452-4** Ensayos no destructivos. Ensayo por líquidos penetrantes. Parte 4: Equipo (ISO 3452-4:1998).

**NTE INEN-ISO 3452-5** Ensayos no destructivos. Ensayo por líquidos penetrantes. Parte 5: Ensayo por líquidos penetrantes a temperaturas superiores a 50 °C (ISO 3452-5:2008).

**NTE INEN-ISO 3452-6** Ensayos no destructivos. Ensayo por líquidos penetrantes. Parte 6: Ensayo por líquidos penetrantes a temperaturas inferiores a 10 °C (ISO 3452-6:2008).

**NTE INEN-ISO 7963** Ensayos no destructivos. Examen por ultrasonidos. Especificaciones para el bloque de calibración N° 2 (ISO 7963:2006).

Fuente: INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION INEN.