

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS INDUSTRIALES**



**“PROPUESTA DE MEJORAS EN LOS TRABAJOS DE SOLDADURA  
REALIZADOS EN CONSTRUCTORA TAMPA C.A.”**

Realizado Por:

**Br. Hilda Carolina Hernández Salazar  
CI: V- 16.571.929**

**Trabajo de grado presentado a la Universidad de Oriente como requisito  
parcial para optar al título de INGENIERO INDUSTRIAL**

Barcelona, Agosto 2009.

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS INDUSTRIALES**



**“PROPUESTA DE MEJORAS EN LOS TRABAJOS DE SOLDADURA  
REALIZADOS EN CONSTRUCTORA TAMPA C.A.”**

Revisado y Aprobado Por:

---

Ing. Alirio Barrios  
Asesor Académico

---

Ing. Berlyd Moreno  
Asesor Industrial

Barcelona, Agosto 2009.

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS INDUSTRIALES**



**“PROPUESTA DE MEJORAS EN LOS TRABAJOS DE SOLDADURA  
REALIZADOS EN CONSTRUCTORA TAMPA C.A.”**

**Jurado Calificador**

**El jurado calificador hace constar que asignó a esta tesis la calificación de:**

**APROBADO**

Calificación

---

Ing. Alirio Barrios  
Asesor Académico

---

Ing. José Moy  
Jurado Principal

---

Ing. Gustavo Carvajal  
Jurado Principal

Barcelona, Agosto 2009

## **RESOLUCIÓN**

**De acuerdo al artículo 44 del Reglamento de Trabajo de Grado:**

“Los trabajos son propiedad exclusiva de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento expreso del Consejo de Núcleo respectivo, quien participará al Consejo de Universidades”

## DEDICATORIA

A **Dios**, por darme vida y salud para seguir adelante cumpliendo con cada una de mis metas.

A **Mi Virgencita del Valle**, por darme fuerza y perseverancia para lograr cada uno de mis sueños y estar a mi lado en cada momento.

A **Mi Mama**, por haberme traído a este mundo, darme su cariño y amor, por creer y confiar en mí, aconsejarme a cada momento, por estar en todo momento conmigo. Que Dios te bendiga y te guarde siempre, mami.

A **Mi Papa**, por darme su confianza y apoyo. Gracias por creer en mí. Te quiero mucho.

A **Mis Hermanos Erick y Henry**, para que tomen de ejemplo que con constancia todo lo que uno se propone lo logra. Espero verlos muy pronto también graduados. Gracias por estar allí. Los quiero mucho.

A **Mis Sobrinos Lino y Santiago**, por ser parte de mi vida. Que Dios los bendiga siempre.

A **Mis abuelos (+)**, que aunque no están aquí conmigo, se que desde el cielo me acompañan y me dan su bendición.

A **Mi prima y Hermana Laura**, por acompañarme en estos años de estudios; lo logramos primas. Te deseo muchas bendiciones y éxitos.

A **Mi Tío Arquímedes**, porque de una y otra manera me dio fuerza para superarme y llegar a lo que hoy en día he logrado. Tío lo logré. A **Mi familia**, por todo su apoyo, ayuda y cariño. Los quiero mucho.

## AGRADECIMIENTO

A **Dios y a la Virgencita del Valle**, por darme fuerza y salud para continuar mi camino y seguir adelante.

A **Mi Familia**, por apoyarme y estar en cada momento conmigo, por todo y cada uno de sus consejos para así crecer y desarrollarme como una gran persona.

A **Mi Prima Laura**, porque luchamos juntas para lograr nuestras metas.

A **Lina**, por ser una gran amiga y mi hermana. Gracias por tu cariño, te quiero mucho.

A **Mi Tío Alexis y a sus amigos**, por darme toda su colaboración y brindarme su apoyo. Gracias.

A **Josue**, por todo su apoyo y ayuda, por darme su cariño y comprensión. Muchas gracias.

Al la **Sra. Albelly Díaz y Sr. Vincenzo Scire** porque me dieron esta gran oportunidad, confiaron y creyeron en mí. Mil gracias.

A mi **Asesor Académico, el Ing. Alirio Barrios**, por su ayuda, paciencia y tiempo.

A mi **Asesor Industrial, el Ing. Berlyd Moreno**, por cada uno de sus consejos, apoyo y ayuda, muchas gracias.

A mis compañeros de trabajo **Rosa Salazar, Franklin Torrealba, Nino Torrealba, Milagros González**. Gracias a cada uno de ustedes por ayudarme, aconsejarme y, sobre todo, por su amistad.

A mis amigos y compañeros de la universidad: **María Laura, Marelvia, José Farias, Erkis Leonela, Mariannys, Yulimar**, y aquellos que se me escapan de mi mente. Mil gracias por su amistad. A **Adoliz y Eucaris** por su compañía y amistad. Y por último a **Mi Amiga y Hermana Ailyn Almerida** por todo su cariño, apoyo y ayuda que me brindó durante la elaboración de este trabajo de grado. Muchas gracias amiga, te quiero mucho.

## **RESUMEN**

En el presente trabajo de investigación se realizó un estudio del proceso de soldadura de tubería ejecutado en Constructora Tampa C.A., con la finalidad de plantear propuestas para minimizar los defectos de la referida soldadura. Se seleccionó este problema debido a que se estaba presentando un elevado índice de rechazo, que traía como consecuencia el retrabajo y, por ende, el aumento de los costos.

Primeramente se realizaron observaciones directas en el área de estudio, con la finalidad de investigar las condiciones en las cuales se llevan a cabo los trabajos de soldadura de tubería, de manera que se identificara de dónde se originan los defectos de la soldadura. Para esto se utilizaron técnicas estadísticas, tales como: diagrama de flujo, diagrama de causa – efecto, diagrama de Pareto y la gráfica de control. De este modo se detectaron las causas más relevantes de los defectos de soldadura, hacia las cuales están dirigidas las propuestas de mejoras que permitirán solventar la problemática del estudio.



# ÍNDICE GENERAL

## Tabla de contenido

RESOLUCIÓN .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
RESUMEN .....	viii
ÍNDICE GENERAL .....	ix
ÍNDICE DE DIAGRAMAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICAS .....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	xv
CAPÍTULO I .....	17
<b>GENERALIDADES DE LA EMPRESA</b> .....	17
1.1. Generalidades de la empresa .....	17
1.1.1. Reseña histórica .....	17
1.1.2. Estructura organizativa .....	18
1.1.3. Política de calidad .....	21
1.1.4. Misión y Visión .....	22
1.2. Planteamiento del problema .....	22
1.3. Objetivos .....	25
1.3.1. Objetivo general .....	25
1.3.2. Objetivos específicos .....	25
1.4. Justificación .....	26
1.5. Alcance .....	27
CAPÍTULO II .....	28
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	28
2.1. Antecedentes .....	28
2.2. Fundamentos teóricos .....	29
2.2.1. Diagrama de Ishikawa .....	29
2.2.2. Gráfica de control .....	36
2.2.3. Diagrama de flujo de procesos .....	37
2.2.4. Diagrama de Pareto .....	39
2.3. Definición de términos básicos .....	42
2.3.1. Soldadura .....	42
2.3.2. Procedimiento de la soldadura de arco metálico con electrodo revestido .....	46
2.3.3. Electrodo .....	47
2.3.4. Discontinuidad .....	50

2.3.5. Defecto .....	50
2.3.6. Inspección visual y otros ensayos no destructivos .....	52
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>54</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>54</b>
3.1. Tipo y nivel de la investigación.....	54
3.1.1. Tipo de investigación .....	54
3.1.2. Nivel de la investigación .....	55
3.2. Población y muestra.....	56
3.2.1. Población .....	56
3.2.2. Muestra.....	56
3.3. Técnicas empleadas .....	57
3.3.1. Técnicas de recolección de datos.....	57
3.3.2. Técnicas de análisis de datos .....	59
3.4. Metodología usada para el desarrollo del proyecto.....	60
3.4.1. Etapa I. Describir la situación actual del proceso de soldadura... 60	
3.4.2. Etapa II. Clasificar los tipos de defectos presentes en la soldadura de tubería.....	60
3.4.3. Etapa III. Analizar mediante herramientas estadísticas los defectos presentes en la soldadura de tubería .....	61
3.4.4. Etapa IV. Elaborar las propuestas de mejoras para minimizar el porcentaje de rechazo de la soldadura de tubería.....	61
3.4.5. Etapa V. Estimar costos generados por las mejoras .....	61
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>62</b>
<b>ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>62</b>
4.1. Situación actual del proceso de soldadura.....	62
4.1.1. Descripción del proceso actual de soldadura .....	63
4.2. Clasificación de los tipos de defectos que están presentes en la soldadura de tubería .....	67
4.3. Determinación de las causas que generan los defectos de soldadura de tuberías. ....	70
4.3.1. Análisis del diagrama de Ishikawa del defecto de la soldadura en tubería.....	72
4.4. Análisis de los defectos presentes en la soldadura de tubería.....	76
4.5. Determinación del porcentaje de rechazo durante la ejecución del proyecto .....	80
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>83</b>
<b>PROPUESTA DE MEJORAS .....</b>	<b>83</b>
5.1. Establecer propuesta de mejoras en los trabajos de soldadura de tubería. ....	83
5.1.1. Realizar charla informativa a los soldadores .....	83
5.1.2. Instrucción de trabajo.....	84
5.2. Establecer acciones correctivas en los defectos de las uniones soldadas.....	91

<b>CAPÍTULO VI</b> .....	94
<b>ESTIMACIÓN DE COSTOS</b> .....	94
6.1. Determinación de los costos asociados a las mejoras .....	94
<b>CONCLUSIONES</b> .....	97
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	99
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	100
<b>ANEXO</b> .....	102
<b>METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:.....</b>	116

## ÍNDICE DE DIAGRAMAS

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
Diagrama 4.1.- Diagrama de proceso de soldadura de tubería de 4"	48
Diagrama 4.2.- Diagrama de proceso de soldadura de tubería de 2"	49
Diagrama 4.3.- Diagrama de Ishikawa del defecto de la soldadura.	54
Diagrama 4.4.- Diagrama de Pareto de los defectos de la soldadura de tubería.....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1.1.- Ubicación geográfica de Constructora Tampa C.A.....	3
Figura 1.2.- Estructura organizativa de proyectos de Constructora Tampa C.A.....	5
Figura 2.1.- Esquema básico del diagrama de Ishikawa.....	14
Figura 2.2.- Gráfica de control.....	20
Figura 2.3.- Análisis de Pareto.....	24
Figura 2.4.- Soldadura de cordón.....	25
Figura 2.5.- Movimiento de soldadura ondeada.....	25
Figura 2.6.- Soldadura de filete sencillo.....	26
Figura 2.7.- Placas preparadas para soldadura de tapón.....	26
Figura 2.8.- Soldadura de ranura.....	27
Figura 2.9.- Proceso de la soldadura de arco metálico con electrodo revestido.....	29
Figura 2.10.- Sistema de clasificación AWS para los electrodos de acero al carbono.....	30

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
Gráfica 4.1.- Gráfica de control.....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
Tabla 3.1.- Área de trabajo.....	38
Tabla 4.1.- Tipos de defectos en la soldadura de tubería.....	51
Tabla 4.2.- Descripción de los elementos y causas.....	55
Tabla 4.3.- Cantidad de ocurrencia de defectos en la soldadura de tubería.....	59
Tabla 4.4.- Defectos en la soldadura de tubería.....	60
Tabla 4.5.- Registro de información.....	63
Tabla 5.1.- Posibles causas y acciones correctivas.....	73
Tabla 6.1.- Costo del personal para la coordinación e inspección....	77
Tabla 6.2.- Costo del material utilizado para la instrucción y cartelera.....	78
Tabla 6.3.- Costo total.....	78

## INTRODUCCIÓN

En cualquier empresa del sector petrolero es de suma importancia la instalación de nuevas tecnologías y facilidades, habida cuenta que éstas permiten elevar la producción. En esta línea de acción, la soldadura de tubería juega un papel fundamental, porque de la buena factura de ésta depende la calidad del trabajo.

Un buen trabajo de soldadura de tubería permite mantener la eficacia en las actividades realizadas por el departamento de control de calidad, para el cuál es indispensable una rápida y constante producción.

El presente proyecto se centra en el análisis de los defectos presentados en la soldadura de tubería. Tiene como objetivo principal lograr las requeridas mejoras para los trabajos de soldadura realizados en la contratista, a los fines de minimizar el porcentaje de rechazo en los defectos de soldadura y elevar la suma de resultados favorables al departamento de control de la calidad.

En este orden de ideas, también se atendió la necesidad de la contratista de obtener mejoras a los trabajos de soldadura, con la elaboración de un instructivo de trabajo que permita al departamento de control de calidad y a los trabajadores una mejor comprensión, inspección, preparación y ejecución de la junta a soldar, para así minimizar de forma considerable la posibilidad de que se produzca algún defecto en la soldadura.

Se realizó un diseño de investigación de campo. Los datos requeridos fueron obtenidos directamente de la obra ejecutada por Constructora Tampa,

C.A. en las instalaciones de PDVSA. La metodología empleada para la ejecución de este proyecto se basó principalmente en la observación, implementada en la propia obra. Se detectaron entonces las causas que originan los defectos de soldadura, y se buscaron las posibles soluciones, dentro del mismo departamento de control de calidad, como también evacuando consultas a través de diversos recursos bibliográficos, entrevistas no estructuradas, etc. Todo ello hecho con el firme propósito de lograr las mejoras, más eficacia, más calidad.

El proyecto está estructurado en seis capítulos: El capítulo 1 se refiere a las generalidades de la empresa; además se desarrolla el planteamiento del problema. El capítulo 2 es el marco teórico; expone una serie de términos, métodos y técnicas destinados a facilitar la comprensión del proceso de soldadura. El capítulo 3 se refiere a la metodología que permitió obtener resultados de manera rápida. El capítulo 4 describe la situación actual de la empresa. El capítulo 5 propone las mejoras; y el capítulo 6 es la estimación de los costos generados por las propuestas.



# CAPÍTULO I

## GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En este capítulo se da una breve descripción de la empresa, su estructura organizativa, la política de calidad, visión y misión. Además se desarrolla el planteamiento del problema y se especifican los objetivos, justificación y el alcance de este proyecto.

### 1.1. Generalidades de la empresa

#### 1.1.1. Reseña histórica

Constructora Tampa, C.A., fue fundada en el año de 1982 en la ciudad de Pariaguán, con el objeto de prestar servicios de construcción y mantenimiento a las empresas del sector petrolero de entonces, como: Maraven, Corpoven y Lagoven. Entre las actividades principales se encuentran:

- ↳ Tendidos de línea de gasoductos.
- ↳ Estructuras metálicas.
- ↳ Construcción de estaciones petroleras.
- ↳ Vialidad.
- ↳ Locaciones.
- ↳ Movimientos de tierra.

Para el año 1992, la empresa fue adquirida por el grupo actual de accionistas, especializándose a partir de esta fecha en las actividades de construcción mecánica y civil, dentro de las que destacan las siguientes:

- ↗ Construcción de: oleoductos, gasoductos y acueductos.
- ↗ Construcción de tanques en general.
- ↗ Construcción y remodelación de estaciones de flujos, descargas y planta de inyección de aguas saladas (P.I.A.S.)
- ↗ Otros relacionados con construcción civil.

La empresa se encuentra ubicada en la ciudad de El Tigre, Estado Anzoátegui. Sus almacenes y centro de operaciones se encuentran en la vía a Ciudad Bolívar. (Ver figura 1.1)



**Figura 1.1.-** Ubicación geográfica de Constructora Tampa C.A.

### 1.1.2. Estructura organizativa

Con el fin de conocer mejor y saber identificar las actividades que se ejecutan en Constructora Tampa, C.A. para la realización de sus objetivos y metas en los proyectos se describen a continuación las funciones que corresponden a cada uno de los departamentos de la estructura organizativa del proyecto: “OCEMI’s para nuevos cluster y tubería a campo travesía”. En

la figura 1.2 se muestra la estructura organizativa de proyectos de Constructora Tampa C.A.

#### **Director gerente de gestión de la calidad**

El director está al frente de Constructora Tampa, C.A. representa e informa a la junta directiva de todo lo relativo al sistema de gestión de la calidad, asegura que se establezca y ponga en práctica los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad, generar no conformidades cuando se detecten desviaciones en el área.

#### **Gerente de proyecto**

El gerente de proyectos lideriza uno de los principales órganos de Constructora Tampa, C.A., ya que se encarga de planificar, organizar, integrar, dirigir y controlar los proyectos con el fin de cumplir con los requisitos del cliente, la política de calidad y los objetivos de la calidad establecidos. Representa a la empresa frente a los trabajadores, clientes, instituciones gremiales, entre otras.

#### **Ingeniero de proyecto**

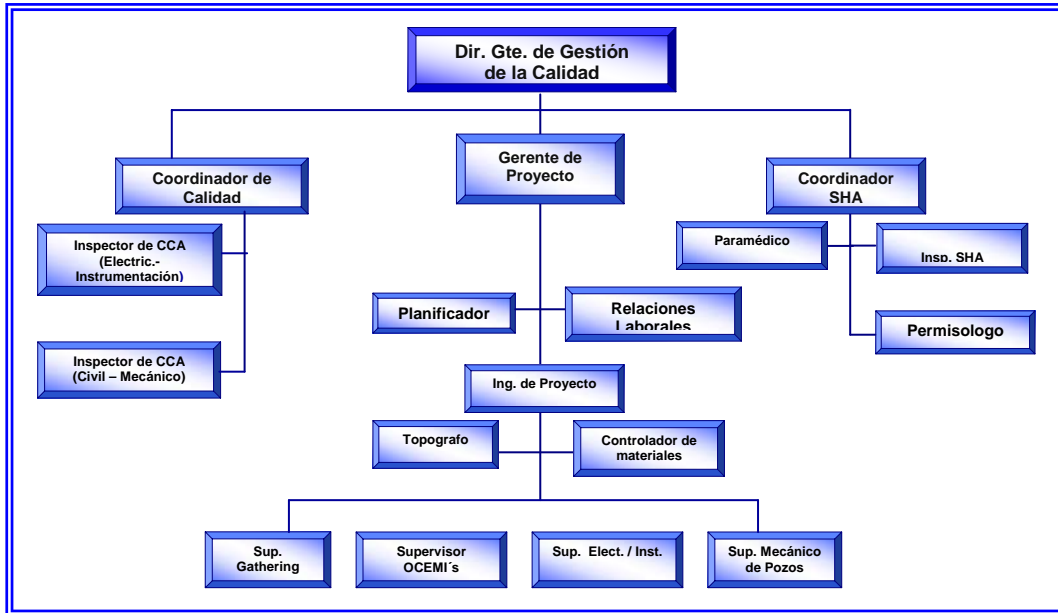
Se dedica a supervisa el control de materiales de proyecto suministrado por el cliente y la empresa, solicita y hace seguimiento a la mano de obra, materiales y equipos necesarios para la correcta ejecución de los proyectos, registra las actividades diarias en el libro de obra, cuando el cliente lo requiera.

### **Coordinador de calidad**

El coordinador de calidad hace seguimiento a la calidad de la obra a través del plan de calidad y el plan de inspección de ensayo, coordina las actividades que realizan los inspectores de control de calidad de acuerdo a lo declarado en el PIE (plan de inspección y ensayo), lleva el control de las soldaduras realizadas en el proyecto, a través del master de soldadura, vela por el cumplimiento del procedimiento de identificación y trazabilidad.

### **Inspector de calidad**

Ejecuta la supervisión de la calidad de los materiales que se utilizan en la obra a través de las inspecciones en recepción de los materiales que afectan la calidad del producto, estudia y conoce a cabalidad los planos, las especificaciones y el cronograma de ejecución del proyecto, lleva el control de la resistencia del concreto, a través del master de concreto.



**Figura 1.2.-** Estructura organizativa de proyectos de Constructora Tampa C.A.

**Fuente:** Constructora Tampa C.A.

### 1.1.3. Política de calidad

La junta directiva de Constructora TAMPA, C.A. está comprometida a prestar sus servicios bajo los lineamientos de la Norma Venezolana COVENIN ISO 9001:2000, cumpliendo con los requisitos, satisfaciendo las necesidades de los clientes, con capacidad de respuesta, de manera responsable, seria, estricta y exigente, mejorando continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad, generando bienestar a los trabajadores, colaborando con el desarrollo de la comunidad y considerando los aspectos de seguridad, higiene y ambiente.

#### 1.1.4. Misión y Visión

##### Misión

El equipo tiene como misión es afirmarse como empresa constructora de obras civiles y mecánicas, comprometidas con sus clientes en el fiel cumplimiento de los plazos de entrega y con sus empleados para su desarrollo y bienestar.

##### Visión

El grupo trabaja con la visión de ser líder en el sector petrolero y reconocida a nivel nacional por su capacidad de respuesta, calidad, seguridad y cumplimiento.

#### 1.2. Planteamiento del problema

La soldadura ha sido practicada desde que la humanidad aprendió a trabajar los metales. Originalmente, los metales eran soldados a fuerza de golpes, y los soldadores eran respetados artesanos. La soldadura era considerada un proceso crudo, sucio y primitivo en el que el único requisito era derretir un poco de metal entre dos piezas de manera que éstas se unieran. Este crudo proceso demostró ser tan económico y eficiente que su uso se fue propagando a aplicaciones de responsabilidad creciente. Hoy en día, a comienzos del siglo XXI, la soldadura es considerada una ciencia. Es uno de los más complejos procesos industriales.

En Venezuela por las diversas zonas industriales no existen trabajos de construcciones civiles y mecánicas en el que no haya necesidad de realizar

tareas de soldadura, sobre todo en las áreas de producción petrolera, en donde debido a la instalación de tuberías, la soldadura cumple un papel fundamental, porque de allí se ve la calidad del trabajo.

En las áreas de producción Hamaca, Pao y Zuata es notable la segregación de petróleo crudo extrapesado y de bitumen natural. Este singular almacén de hidrocarburos más pesados que el agua y resistentes a fluir, subyace en el banco norte del Orinoco. Descubiertos en 1935, los hidrocarburos del Orinoco nos significan hoy un desafío geopolítico. Es competencia de geólogos e ingenieros de petróleo, caracterizar la calidad y cantidad de los hidrocarburos en el Orinoco, al igual que conjeturar su génesis química.

En la faja del Orinoco, especialmente en campo Zuata municipio Antonio Monagas, Edo. Anzoátegui, están ubicados los pozos de extracción de crudo extra pesado procesado en la antigua planta Petrozuata, actual PDVSA (Petróleos de Venezuela).

Para dicho proceso es necesaria la instalación de tuberías de diferentes diámetros, para la inyección de diluyente a los pozos y extracción de crudo extra pesado. Al pasar el tiempo es necesario elevar la producción de crudo, por lo cual se instalan pozos nuevos, y esto da como resultado la instalación de nuevas facilidades. Debido a esto, PDVSA licita y contrata los servicios de empresas contratistas.

Actualmente Constructora Tampa, C.A. se encuentra realizando trabajos de nuevos cluster y tubería a campo traviesa (tendido de líneas), en donde la soldadura es el elemento esencial para la construcción. Debido a esto, se tiene presente que los procesos de soldadura se lleven a cabo de

acuerdo a las normas y procedimientos exigidos por el cliente, para obtener un buen sistema de calidad.

Para este proyecto se estableció de acuerdo a las especificaciones del cliente tomar un 10% de radiografía del total de juntas soldadas, en el cual por especificaciones de Constructora Tampa el índice de rechazo debe ser de 0 ó no mayor a 3%. Pero se ha notado que en los meses noviembre y diciembre del año 2007 hubo un índice de rechazo elevado que se ha ido incrementando en los últimos meses del presente año.

Por todo lo anteriormente descrito, este proyecto se enfoca en buscar donde se origina la causa de los rechazos en la soldaduras debido a que esto trae como consecuencia el incremento de gastos de horas- hombres, pérdida de credibilidad de la empresa y retrasos en los trabajos. Por esta razón se analizó cuáles son los defectos más comunes en la soldadura y de dónde éstos provienen, para luego establecer las medidas correctivas del caso.



### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Proponer mejoras en los trabajos de soldadura realizados en el proyecto “Paraguas OCEMI`s para nuevos cluster y tubería campo traviesa”.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Describir la situación actual del proceso de soldadura.
- Clasificar los tipos de defectos que están presentes en la soldadura de tuberías.
- Analizar mediante herramientas estadísticas los defectos presentes en la soldadura de tuberías.
- Elaborar las propuestas de mejoras para minimizar el porcentaje de rechazo de la soldadura de tuberías.
- Estimar costos generados por las mejoras.

#### **1.4. Justificación**

Debido a la importancia que tiene la soldadura en las obras de la industria petrolera, Constructora Tampa, C.A., tiene como objetivo un índice de rechazo de 0% ó no mayor del 3%. La fijación de este objetivo indica que en las obras que se están ejecutando ese índice, no se está cumpliendo, que el porcentaje de rechazo es mayor a lo establecido y acarrea a la empresa una serie de problemas tales como: gastos en hora – hombre, pérdida de credibilidad de la empresa, retraso en los trabajos.

En esta línea de acción se plantea la necesidad de crear un proyecto en el cual se puedan realizar mejoras para minimizar el porcentaje de rechazo en los trabajos de soldadura de tubería, analizando cada uno de los aspectos que puedan afectar la calidad de los referidos trabajos.

Para poder efectuar el estudio, se realizaron observaciones en varios puntos donde se estaban efectuando trabajos de soldadura de tubería. Ello sirvió para recolectar información, y así detectar en donde se estaba fallando. A partir de los datos obtenidos, fue posible la elaboración de las propuestas de mejoras con el fin de disminuir el porcentaje de rechazo y mejorar los procedimientos de soldadura de la tubería.

### **1.5. Alcance**

Este trabajo se realizó en el Municipio Antonio Monagas, Edo. Anzoátegui, en el campo petrolero San Diego de Cabrutica en las instalaciones de PDVSA, antigua Petrozuata, bajo el proyecto que lleva por nombre “Contrato Paraguas: obras civiles, eléctricas, mecánicas e instrumentación para nuevos cluster y tubería a campo traviesa”, el cual consta de una línea de crudo de 4" y una de gas de 2". En la realización de la línea de crudo y de gas de 4" y 2" respectivamente el proceso de soldadura es el mismo, con la diferencia de que la de mayor diámetro lleva más tiempo en soldar que la de menor diámetro.

En concreto este trabajo está dirigido a elaborar una propuesta de mejoras para minimizar el porcentaje de rechazo en los trabajos de soldadura, con el fin de evitar factores de riesgo laborales, ambientales, económicos y disminuir horas – hombres, para así lograr cumplir con el desarrollo del proyecto.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se exponen una serie de términos, métodos y técnicas, destinados a facilitar la comprensión de las actividades que intervienen en el control de calidad de los procesos de soldadura. También se hace una presentación de lo que significa el uso de herramientas estadísticas para poder establecer mejoras de acuerdo a los resultados.

#### 2.1. Antecedentes

*Amaya, M. y Farias R. (2004).* En su trabajo de grado estableció; una vez identificadas las actividades que necesitaban de la realización de cambios, comenzó el proceso creativo, de donde se obtuvieron dos grupos principales de propuesta de cambios, el primer grupo de propuesta esta orientado a modificación, eliminación o inclusión de actividades, y el segundo se orienta a la totalidad del sistema y sus alcances. Mediante la validación de cada uno de los cambios propuestos, se tomaron en consideración aquellos que proporcionan mejores perspectivas en cuanto a la solución del problema planteado.

*Según Fares, J. (2003).* Con el estudio de la situación actual y la propuesta se pretende mejorar el control y monitoreo del desempeño y gestión del proceso productivo e identificar las fallas y planear apropiadamente su producción de acuerdo a la capacidad del proceso, reduciendo así la fabricación de piezas defectuosas, lo cual se traduce en

una reducción de costos por mantenimiento, inventarios, mano de obra, utilización de espacio y equipo.

De igual manera *Salazar, J. (2002)*. Los objetivos de la calidad son coherentes con la política y miden por medio de los indicadores de gestión, los cuales permiten determinar las acciones para retomar las condiciones requeridas, en caso de desviación del sistema. Los procesos operacionales, las instrucciones de trabajo y requisitos documentados, tecnifica las actividades ejecutadas en el proceso.

## **2.2. Fundamentos teóricos**

### **2.2.1. Diagrama de Ishikawa**

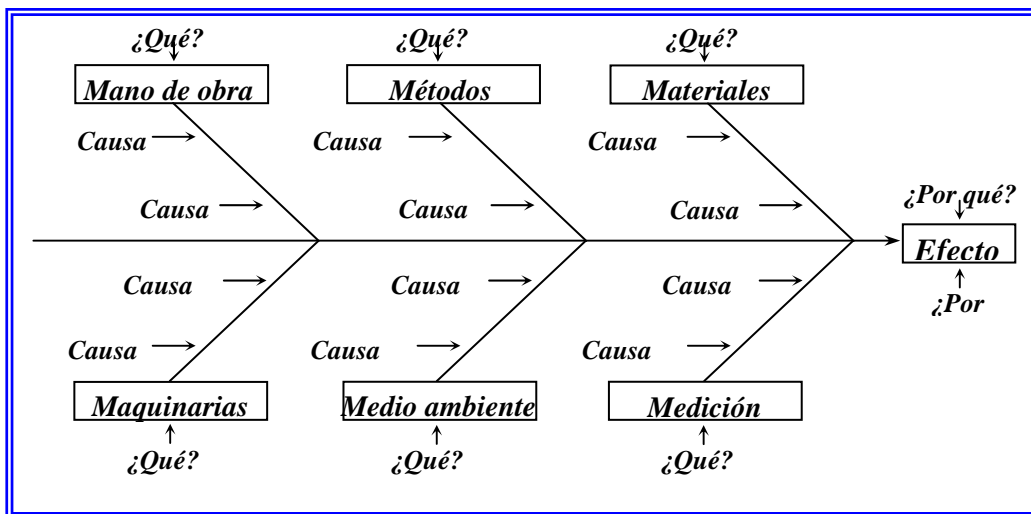
*Según Pulido H (1997)*, el diagrama causa – efecto o diagrama de Ishikawa es un método gráfico que refleja la relación entre una característica de calidad (muchas veces un área problemática) y los factores que posiblemente contribuyen a que exista. En otras palabras, es una gráfica que relaciona el efecto (problema) con sus causas potenciales.

El diagrama de Ishikawa (DI) es una gráfica en la cual, en el lado derecho, se anota el problema, y en el lado izquierdo se especifican por escrito todas sus causas potenciales, de tal manera que se agrupan o estratifican de acuerdo con sus similitudes en ramas o subramas. Por ejemplo, una clasificación típica de las causas potenciales de los problemas de manufactura son: mano de obra, materiales, método de trabajo, maquinaria, medición y medio ambiente, con lo que el DI tiene una forma

base semejante a la figura 2.1. En ella, cada posible causa se agrega en alguna de las ramas principales.

Para que la técnica tenga éxito será necesario asegurarse de que las causas o factores causales estén todos bajo control. El número de factores causales de un efecto específico suelen ser muchos y revestirá especial importancia clasificarlos de tal forma que sólo aquellos de mayor relevancia se tomen en cuenta.

Los diagramas causa efecto se han difundido ampliamente y en la actualidad se emplean prácticamente en toda las profesiones.



**Figura 2.1.-** Esquema básico del diagrama de Ishikawa.

**Fuente:** Pulido (1997).

El DI es una herramienta muy útil para localizar las causas de los problemas, y será de mayor efectividad en la medida en que dichos problemas estén localizados y delimitados.

### 2.2.1.1.- Método para la construcción de un diagrama de Ishikawa

Existen tres métodos para construir un DI. Ellos son: 6M, Flujo de proceso, y Estratificación.

#### ↳ Método 6M o análisis de dispersión

Éste es el método de construcción más común, y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales: método de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Estos seis elementos definen de manera global todo proceso, y cada uno aporta parte de variabilidad (y de la calidad) final del producto o servicio; por lo que es natural enfocar los esfuerzos de mejoras en general hacia cada uno de estos elementos de un proceso.

A continuación se da una lista de posibles subramas para cada una de las categorías principales de este método de construcción.

#### ✓ Mano de obra o gente:

- Conocimiento (¿La gente conoce su trabajo?).
- Entrenamiento (¿Están entrenados los operadores?).
- Habilidad (¿Los operadores han demostrado tener habilidad para el trabajo que realizan?).
- Capacidad (¿Se espera que cualquier trabajador pueda llevar a cabo de manera eficiente su labor?).

✓ Métodos:

- Estandarización (¿Las responsabilidades y los procedimientos de trabajo están definidos clara y adecuadamente?).
- Excepciones (Cuando el procedimiento estándar no se puede llevar a cabo, ¿existe un procedimiento alternativo claramente definido?).
- Definición de operaciones (¿Están definidas las operaciones [su valor ideal, por ejemplo] que constituyen los procedimientos? ¿Cómo se decide si la operación fue hecha de manera correcta?).

✓ Máquinas o equipos:

- Capacidad (¿Las máquinas han demostrado ser capaces?).
- ¿Hay diferencias? (hacer comparaciones entre máquinas, cadenas, estaciones, instalaciones, etcétera. ¿Se identificaron grandes diferencias?).
- Herramientas (¿Hay cambios de herramientas periódicamente? ¿Son adecuados?).
- Ajustes (¿Los criterios para ajustar las máquinas son claros?).
- Mantenimiento (¿Hay programas de mantenimiento preventivo? ¿Son adecuados?).



✓ Materiales:

- Variabilidad (¿Se conoce la variabilidad de las características importantes?).
- Cambios (¿Ha habido algún cambio?).
- Proveedores (¿Cuál es la influencia de múltiples proveedores? ¿Se sabe cómo los distintos tipos de materiales?).

✓ Mediciones o inspección:

- Disponibilidad (¿Se dispone de las mediciones requeridas?).
- Definiciones (¿Están definidas operacionalmente las características que son medidas?).
- Tamaño de la muestra (¿Ha sido medidas suficientes piezas?).
- Capacidad de repetición (¿Se puede repetir con facilidad la medida?).

✓ Medio ambiente:

- Ciclos (¿Existen patrones o ciclos en los procesos que depende de condiciones del medio ambiente?).
- Temperatura (¿La temperatura ambiental influyen en las operaciones?).

### ↳ Método de flujo del proceso

Con este método de construcción, la línea principal del diagrama de Ishikawa sigue la secuencia normal del proceso de producción o de administración. Los factores que pueden afectar la característica de calidad se agregan en el orden que le corresponde, según el proceso.

Con frecuencia el diagrama de flujo del proceso es la primera etapa para entender un proceso de manufactura o de cualquier otro tipo. Para ir agregando, en el orden del proceso, las causas potenciales, se puede realizar la siguiente pregunta: ¿La variabilidad en esta parte del proceso afecta el problema especificado?

Este método permite explorar formas alternativas de trabajo, detectar cuellos de botella, descubrir problemas ocultos, etcétera.

### ↳ Método de estratificación o enumeración de causas

La idea de este método de construcción del diagrama de Ishikawa es ir directamente a las principales causas potenciales de un problema. La sección de estas causas muchas veces se hace a través de una sección de lluvia de ideas. Con idea de atacar causas reales y no consecuencias o reflejos, es importante preguntarse un mínimo de cinco veces el porque el problema, con lo que se profundizará en la búsqueda de las causas y la construcción de Ishikawa partirá de este análisis previo, con lo que el abanico de búsqueda será más reducido y los resultados más positivos.

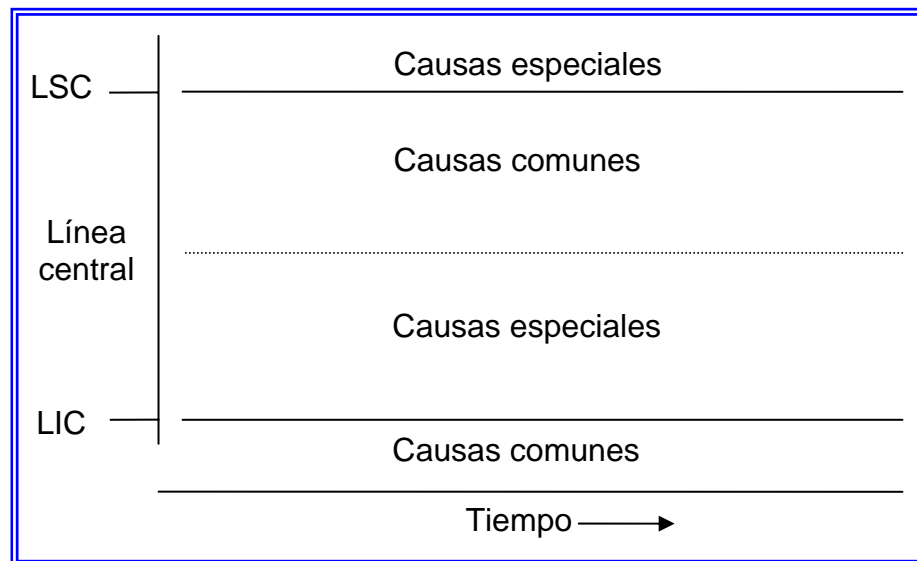
#### **2.2.1.2.- Pasos para la construcción de un diagrama de Ishikawa**

1. Escoger el aspecto de calidad que se quiere mejorar, lo cual se pueda hacer con la ayuda de un diagrama de Pareto, un histograma o una carta de control, por ejemplo. En general es importante que se tenga una cuantificación objetiva de la magnitud del problema.
2. Escribir de manera clara y concreta el aspecto de calidad a la derecha del diagrama. Trazar una flecha ancha de izquierda a derecha, y decidir qué tipo de DI se va a usar. Esta decisión se toma con base en las ventajas y desventajas que tiene cada método.
3. Buscar todas las causas probables, lo más concretas posibles que puedan afectar a la característica de calidad. Esto se puede hacer por medio de una sección de lluvia de ideas, con la guía del tipo de DI elegido.
4. Representar en el DI las ideas obtenidas y, analizando el diagrama, preguntarse si faltan algunas otras causas aún no consideradas; si es así, agregarlas.
5. Decidir cuáles fueron las causas más importantes. Esto se puede hacer por consenso o por votación, como en una sesión de lluvia de ideas. También recurriendo a datos.
6. Decidir sobre cuáles causas se va actuar. Para ello se toma en consideración el punto anterior y lo factible que resulta corregir cada una de las causas más importantes. Sobre las causas que no se decidan actuar debido a que es imposible por distintas circunstancias, es importante a la alta dirección.
7. Preparar un plan de acción para cada una de las causas a ser investigadas o corregidas, de tal forma que se determinen las acciones que se deben realizar. Para ello se puede utilizar nuevamente el DI. Una vez determinadas las acciones, para no caer sólo en debatir los problemas y no acordar acciones que tiendan a la solución de los problemas.

### **2.2.2. Gráfica de control**

*Según Spiegel Murray y Stephens Larry (2002)*, la variación en cualquier proceso se debe a causas comunes o causas especiales. La variación natural que existe en los materiales, la maquinaria y la gente da origen a causas comunes de variación. En ambientes industriales las causas especiales, también conocidas como causas asignables, son por el uso excesivo de herramientas, un nuevo operador, un cambio en los materiales, un nuevo proveedor, etcétera. Uno de los propósitos de la gráfica de control es identificar y, de ser posible, eliminar las causas específicas de la variación. La estructura general de una gráfica de control consiste de límite de control y de una línea central. Hay dos límites de control, llamados límite superior de control o LSC y límite inferior de control o LIC.

Cuando un punto de la gráfica de control cae fuera de los límites de control, se dice que el proceso está fuera de control estadístico. Existen otros patrones anómalos, además de un punto que cae fuera de los límites de control, que también indica un proceso fuera de control. Es deseable que un proceso esté bajo de control, de manera que su comportamiento sea predecible.




**Figura 2.2.-** Gráfica de control.


**Fuente:** Spiegel y Stephens (2002).


### 2.2.3. Diagrama de flujo de procesos


Según Hodson (1996), es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco clasificaciones. Éstas se conocen bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes; y se describen a continuación:


↻  **Operación:** ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está creando o agregando algo o se está

preparando para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. Una operación también ocurre cuando se está dando o recibiendo información o se está planeando algo. Ejemplos: torneear una pieza, tiempo de secado de una pintura, un cambio en un proceso, apretar una tuerca, lijar una pieza, dibujar un plano, etc.


 *Inspección:* ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cantidad de cualquiera de sus características. Ejemplos: revisar las botellas que están saliendo de un horno, pesar un rollo de papel, contar un cierto número de piezas, leer instrumentos medidores de presión, temperatura, comprobar el espesor de una pieza, etc.


 *Transporte:* ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección. Ejemplos: mover material a mano, en una plataforma en monorraíl, en banda transportadora, etc. Si es una operación tal como pasteurizado, un recorrido de un horno, etc., los materiales van avanzando sobre una banda y no se consideran como transporte esos movimientos.

 *Demora:* ocurre cuando se interfiere en el flujo de un objeto o grupo de ellos. Con esto se retarda el siguiente paso planeado. Ejemplos: esperar un elevador, o cuando una serie de piezas hace cola para ser pesada o hay varios materiales en una plataforma esperando el nuevo paso del proceso.

 *Almacenaje:* ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.

Ejemplos: almacén general, cuarto de herramientas, bancos de almacenaje entre las máquinas. Si el material se encuentra depositado en un cuarto para sufrir alguna modificación necesaria en el proceso, no se considera almacenaje sino operación; tal sería el caso de curar tabaco, madurar cerveza, etc.

 *Actividad combinada:* cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operario en el mismo punto de trabajo, los símbolos empleados para dichas actividades (operación e inspección) se combinan con el círculo inscrito en el cuadro.

 *Decisión:* se utiliza para presentar una condición. Normalmente el flujo de información entra por arriba y sale por un lado si la condición se cumple o sale por el lado opuesto si la condición no se cumple.

#### 2.2.4. Diagrama de Pareto

Un aspecto muy importante en la evaluación de los factores causales, es evaluar su impacto sobre los efectos. A tal respecto resulta específicamente útil el principio de Pareto enunciado en el siglo XIX por el famoso economista italiano Vilfredo Pareto, según el cual, generalmente, un grupo reducido de factores (factores vitales) suelen representar el 80% de un efecto. [Fundamentos de investigación y desarrollo de la Universidad Simón Bolívar; 1997]

Si hacemos una lista con todas las causas que contribuyen en la obtención o aparición de cualquier efecto que nos interese analizar, ordenándolas de mayor a menor según la magnitud de la contribución de cada una, encontraremos que la importancia relativa de la primera es tan

grande en comparación con las últimas, que aproximadamente el 20 por ciento de ellas son responsables del 80 por ciento del efecto total y el 80 por ciento restante de causas es responsable solamente del 20 por ciento restante del efecto. [Fundamentos de investigación y desarrollo de la Universidad Simón Bolívar; 1997]

En la práctica es muy común utilizar de forma combinada los diagramas de Ishikawa con la técnica de Pareto con el objeto de discriminar, rápida y efectivamente la importancia de cada una de las causas sobre los efectos bajo el estudio. [Fundamentos de investigación y desarrollo de la Universidad Simón Bolívar; 1997]

Desde luego, estos valores deben tomarse como promedios y nunca como rigurosamente exactos. [Fundamentos de investigación y desarrollo de la Universidad Simón Bolívar; 1997]

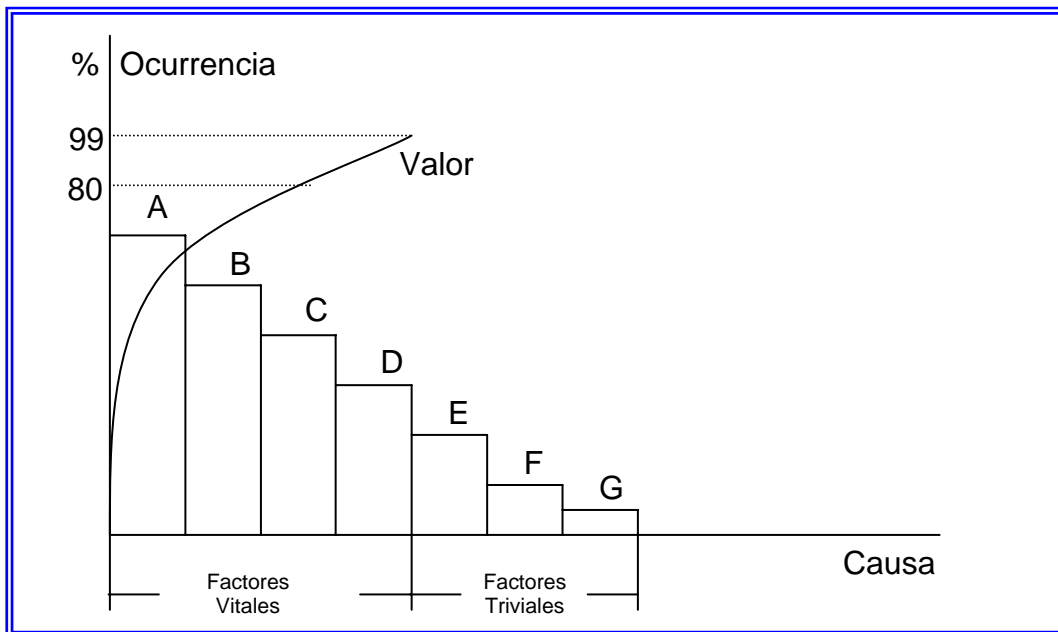
#### **2.2.4.1.- Procedimiento para la aplicación del principio de Pareto**

1. Identificar el efecto que nos interesa analizar.
2. Hacer una lista de todas las causas que contribuyen a tal efecto, anotando el valor de la contribución de mayor a menor asignar números progresivos a cada causa.
3. Asignar el valor del 100 por ciento al total del efecto y calcular el porcentaje relativo de la contribución de cada causa. A continuación anotar los porcentajes acumulados.
4. Identificar los pocos vitales y tratados individualmente de una manera especial acorde con nuestro objetivo.



5. Identificar los muchos triviales y establecer las reglas o soluciones generales a aplicar como grupo. [Fundamentos de investigación y desarrollo de la Universidad Simón Bolívar; 1997]

En la figura 2.3 se muestra la forma rápida, efectiva de la técnica de Pareto sobre la importancia de cada una de las causas sobre el efecto bajo estudio. [Fundamentos de investigación y desarrollo de la Universidad Simón Bolívar; 1997]



**Figura 2.3.-** Análisis de Pareto.

**Fuente:** Fundamento de investigación y desarrollo de la Universidad Simón Bolívar (1997).

## **2.3. Definición de términos básicos**

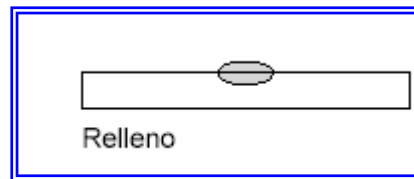
### **2.3.1. Soldadura**

*Según Galvery William y Marlon Frank (2006)*, es la coalescencia de metales o aleaciones obtenida ya sea calentándolos a la temperatura de soldado, con o sin aplicación de presión, y con o sin el uso de material de aporte.

#### **2.3.1.1.- Tipos de soldadura**

*Según Horwitz (2003)*, uno de los aspectos del diseño de juntas es el correspondiente al tipo de soldadura que se utiliza en la junta. Existen cinco tipos básicos de soldadura: la de cordón, la ondeada, la de filete, la de tapón, y la ranura. La selección del tipo de soldadura está tan ligada a la eficiencia de la junta como el diseño mismo de ésta. Se elige un tipo de soldadura con preferencia sobre otro por razón de su relación específica con la eficiencia de la junta.

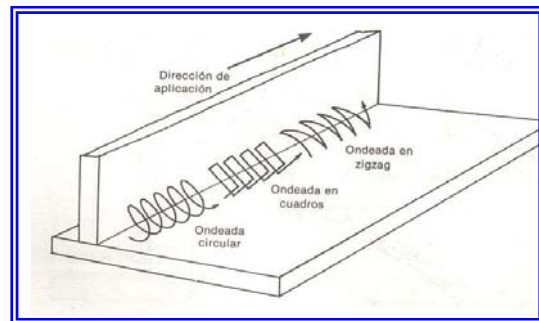
- ✎ Soldadura de cordón se hace en una sola pasada, con el metal de aporte sin movimiento hacia uno u otro lado. Esta soldadura se utiliza principalmente para reconstruir superficies desgastadas, y en muy poco casos se emplea para juntas. En figura 2.4 aparece ilustrado esta tipo de soldadura.



**Figura 2.4.-** Soldadura de cordón.

**Fuente:** Horwitz (2003).

- ↳ Soldaduras ondeadas se logran haciendo un cordón con algo de movimiento de un lado hacia uno y otro lado figura 2.5. El ancho del cordón depende del diseño o de la necesidad. Entre estas soldaduras hay también varios tipos, como zigzag, el circular, el oscilante y otros. Las soldaduras ondeadas también se usan primordialmente para la reconstrucción de las superficies.

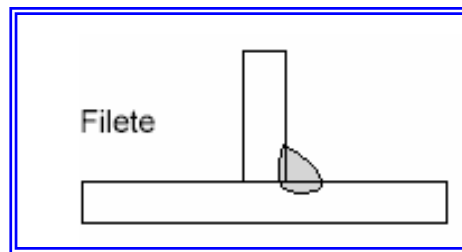


**Figura 2.5.-** Movimiento de soldadura ondeada.

**Fuente:** Horwitz (2003).

- ↳ Soldadura de filete son similares a la de ranura, pero se hacen con mayor rapidez que éstas, y a menudo se las prefiere en condiciones similares por razones de economía. Las soldaduras de un solo filete no son a veces tan resistentes como las soldaduras de ranura, si bien

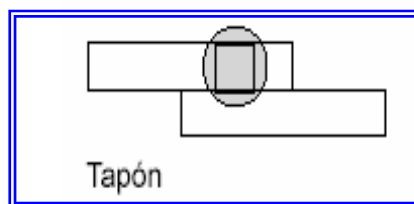
una soldadura de doble filete se compara favorablemente en cuanto a resistencia. Las juntas soldadas de filete son simples de preparar desde el punto de vista de preparación y ajuste del borde, aunque a veces requieren de más soldadura que las juntas soldadas de ranura. Las juntas soldadas de filete se combinan a menudo con otras soldaduras para mejorar las distribuciones de esfuerzo. Ver figura 2.6.



**Figura 2.6.-** Soldadura de filete sencillo.

**Fuente:** Horwitz (2003).

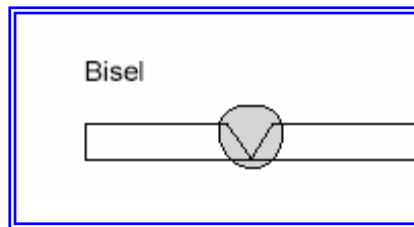
- ✦ Soldadura de tapón sirven principalmente para hacer las veces de los remaches. Se emplea para unir por fusión dos piezas de metal cuyos bordes, por alguna razón, no puede fundirse. Puede soldarse un círculo interior (de tapón), o una abertura o ranura alargada, dejando las orillas libres ver figura 2.7.



**Figura 2.7.-** Placas preparadas para soldadura de tapón.

**Fuente:** Horwitz (2003).

- ↳ Soldadura de ranura se hace en la ranura que queda entre dos piezas de metal. Estas soldaduras se emplean en muchas combinaciones, dependiendo de la accesibilidad, de la economía, del diseño, y del tipo del proceso de soldadura que se aplique. En la figura 2.8 se ilustra un ejemplo de soldadura de ranura.



**Figura 2.8.-** Soldadura de ranura.

**Fuente:** Horwitz (2003).

### 2.3.1.2.- Tipos de juntas

Según Horwitz (2003), existen cinco estilos básicos de juntas: la junta a traslape, la junta a tope, la de esquina, la de brida y la junta T.

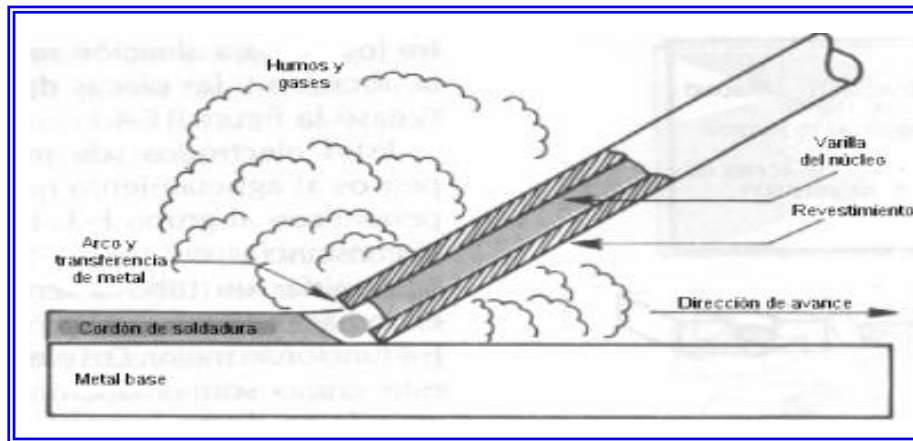
- ↳ Las juntas a traslape están formadas en esencia por dos piezas de metal solapadas o traslapadas, que se unen por fusión mediante soldadura de puntos, de filete, de tapón o de agujeros alargado.
- ↳ Las juntas a tope están comprendidas entre los planos de la superficie de las dos partes. Las juntas a tope pueden ser simples, escuadradas, biseladas, en V, de ranura de una sola J, de ranura de una sola U, o dobles.
- ↳ Las juntas de esquina son las que implican su nombre: soldaduras hechas entre dos partes situadas a un ángulo de 90 grados.

- ↳ La junta de brida resulta de la fusión de la superficie adyacente de cada parte, de manera que la soldadura quede dentro de los planos superficiales de ambas partes.
- ↳ Las juntas T son precisamente lo que su nombre indica, pero también pueden ser de un solo bisel, de doble bisel, de una sola J y de doble J.

### **2.3.2. Procedimiento de la soldadura de arco metálico con electrodo revestido**

*Según Horwitz (2003)*, este es un método de soldadura manual. Se establece un circuito eléctrico entre la fuente de poder, el electrodo, el arco soldar, la pieza de trabajo y de regreso a la fuente de poder. Los electrones que fluyen a través del espacio entre los electrodos y la pieza de trabajo producen un arco que genera el calor necesario para fundir tanto al propio electrodo como al metal base. La temperatura del arco puede sobrepasar los 6000 °F (3300 °C). el arco calienta tanto al electrodo como a la pieza de trabajo. En la punta del electrodo se forman glóbulos de metal derretido, los cuales caen y se mezclan con el charco de metal fundido que se forma en la pieza de trabajo. Cuando se retira el electrodo del charco, la mezcla de metales se solidifica y con esto se completa la soldadura.

El electrodo está recubierto con un fundente. El calor producido por la corriente eléctrica provoca la combustión y la descomposición de este fundente, lo que genera una nube de gases que protege de la contaminación atmosférica la punta del electrodo, la pieza de trabajo y el charco de metal fundido. El fundente también contiene materiales que recubren las gotas de acero fundido que transfieren metal de aporte y se convierten en escoria cuando se enfrían. En la figura 2.9 se ilustra un ejemplo del proceso de soldadura de arco.



**Figura 2.9.-** Proceso de la soldadura de arco metálico con electrodo revestido.

**Fuente:** Horwitz (2003).

### 2.3.3. Electrodo

Según Horwitz (2003), es la varilla que lleva la corriente y soporta el arco establecido entre la varilla y la pieza de trabajo, o entre dos varillas, como la soldadura de arco con carbones gemelos. Puede o no suministrar metal de aporte.

#### 2.3.3.1.- Tipos de electrodos

Según Horwitz (2003), existen dos tipos de electrodos: electrodos desnudos y electrodos recubiertos.

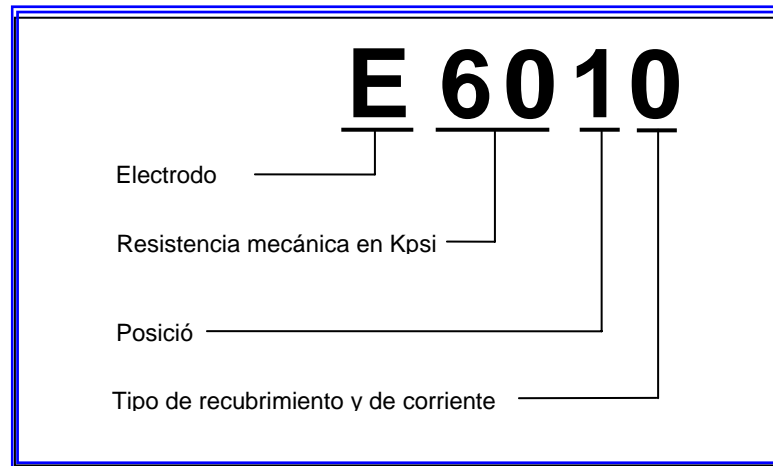
- ↳ Electrodo desnudo: electrodo de metal de aporte para soldadura de arco, en forma de alambre o de varilla, que no tiene recubrimiento alguno que no sea el recubrimiento incidental propio del estirado del alambre.

↳ Electrodo recubierto: es el electrodo de metal de aporte que se utiliza en la soldadura de arco, formado por un alambre metálico que sirve de núcleo, y un recubrimiento relativamente grueso que da protección contra la atmósfera al metal fundido, mejora las propiedades del metal de aporte, y estabiliza al arco. El recubrimiento está formado generalmente por polvos minerales o metálicos mezclados con celulosa u otro aglutinante.

### **2.3.3.2.- Clasificación AWS-ASTM de los electrodos de acero al carbono**

*Según Horwitz (2003)*, esta clasificación está formada por una serie de cuatro dígitos que lleva como prefijo la letra E. La E indica que se emplea en la soldadura eléctrica. Los números que van de los dos últimos dígitos, multiplicados por 1000, dan la resistencia mínima a la tensión del metal depositado (alivio de esfuerzo); el dígito situado junto al último número indica el suministro de energía, el tipo de escoria, el tipo de arco, la penetración y la presencia de polvo de hierro. En la figura 2.10 se muestra el sistema de clasificación AWS para los electrodos.





**Figura 2.10.-** Sistema de clasificación AWS para los electrodos de acero al carbono.

**Fuente:** Garvery y Marlow (2006).

### 2.3.3.3.- Uso de los electrodos de acero al carbono para soldadura de arco

Según Horwitz (2003), los electrodos para soldadura de arco para soldar acero con contenido bajo y medio de carbono llevan los números de clasificación AWS E-4510 y E-6010, E-6011, E-6012, E-6013, E-7014, E-7015, E-7016, E-7018, E-6020, E-6024, E-6027 Y E-7028. El electrodo E-4510 es un electrodo desnudo; los demás, todos ellos de la serie E-6000, son electrodos recubiertos.

Los electrodos AWS E-6010 están recubiertos con sodio de alto contenido de celulosa. Pueden usarse para soldar en todas las posiciones con corriente directa de polaridad invertida. Son adecuados en forma óptica para la soldadura vertical y la soldadura hacia arriba, así como para algunas

aplicaciones con láminas metálicas. Son excelentes para el puntado profesional por su ductilidad y su cualidad de su penetración profunda. Sus propiedades físicas son excelentes y cuando se le aplica correctamente, sus depósitos satisfacen las normas más exigentes de inspección.

Los electrodos AWS E-7014 tienen un recubrimiento similar al de los tipos E-6012 y E-6013. Sin embargo, el recubrimiento de este tipo de electrodo es considerablemente más grueso, ya que contiene una cantidad substancial de polvo de hierro (30% de recubrimiento). La presencia del polvo de hierro permite usar corrientes de trabajos más altas, lo cual se traduce en mejores regímenes de depósitos y mejores velocidades de aplicación.

#### **2.3.4. Discontinuidad**

*Según Galvery William y Marlon Frank (2006)*, es una interrupción en la estructura típica de la soldadura; es decir, un lugar de la soldadura que no es como las demás partes de esta. Puede ser un cambio en las características mecánicas, metalúrgicas o físicas de la soldadura o en las partes colindantes del metal base.

#### **2.3.5. Defecto**

*Según Galvery William y Marlon Frank (2006)*, consiste en una o varias discontinuidades que, por su propia naturaleza o por efectos acumulativos, provocan que una parte o una pieza completa no satisfaga las especificaciones o las normas mínimas de aceptación aplicable a su caso. El término implica su rechazo.

### 2.3.5.1.- Tipos de defectos de la soldadura

Según Galvery William y Marlon Frank (2006), la presencia de defectos que afectan el desempeño en servicio, es en la mayoría de los casos más importante que la de los que afectan el aspecto.

↪ *Porosidad*: es la existencia de cavidades dentro del metal de aporte. Generalmente, son esféricas, pero también pueden ser alargadas. Existen diferentes tipos de porosidades:

- ✓ La porosidad uniforme distribuida.
- ✓ La porosidad agrupada en racimo o globular.
- ✓ La porosidad lineal.
- ✓ La porosidad cavernosa, que describe los poros alargados hechos por burbujas de gas.

↪ *Inclusiones de escoria*: son materiales no metálicos atrapados en el interior del metal de aporte. Las inclusiones ocurren durante el proceso de soldadura con arco.

↪ *Fusión incompleta*: ocurre cuando no hubo fusión entre el metal de aporte y las superficies de contacto de la pieza de trabajo o los cordones de soldadura adyacentes.

↪ *Inadecuada penetración en la unión*: es la discontinuidad que se ve en la raíz de la unión debido a que la penetración de la raíz es menor que la especificada en el diseño o en el código.

- ✚ *Grietas*: son discontinuidades tipo fractura caracterizadas por tener sus extremos aguzados y por ser mucho más largas que anchas.
- ✚ *Golpe de arco*: son pequeños puntos de metal sobrefundido o sobrecalentado, o cambios en el contorno de la superficie frente a la unión causado por el arco.
- ✚ *Socavadura*: ocurre cuando el plasma del arco de soldar remueve más metal de la cara de la unión de que reemplaza con metal de aporte.
- ✚ *Relleno deficiente*: es la depresión en la cara de la soldadura o en la superficie de la raíz que se extiende debajo de la superficie adyacente del metal base.

### **2.3.6. Inspección visual y otros ensayos no destructivos**

*Según Rodríguez Abraham (2007)*, la inspección visual es el método de inspección no destructivo básico y debe usarse antes, durante y después de la fabricación de cualquier soldadura. Es el método de inspección menos costoso y extremadamente efectivo. Es un método efectivo de control de calidad que asegura la conformidad con el procedimiento y también detectara errores sobre las primeras etapas.

#### **2.3.6.1.- Pruebas no destructivas**

*Según Lozano, Rojas y Brazón (1986)*, las pruebas no destructivas se llaman también exámenes o evaluaciones no destructivos, o inspección no destructiva. En cualquier caso, esta técnica consiste en aplicar principios de

física para detectar defectos o discontinuidades en los materiales, sin afectar su utilidad. Hay varios métodos o técnicas de exámenes.

- ↳ *Inspección por líquidos penetrantes:* es un método sensible para detectar y localizar discontinuidades, tales como grietas y poros, en materiales no porosos con la condición de que las mismas estén limpias y abiertas a la superficie.
  
- ↳ *Inspección radiográfica:* pueden ser aplicadas a todos los materiales, sin embargo, la aplicabilidad de la radiografía para la inspección de soldadura depende en gran parte de la localización de la junta, forma de la junta y espesor del material.

Aunque es posible radiografiar casi cualquier espesor de soldadura en chapas planas, generalmente la falta de acceso a la junta soldada impide el uso óptimo de la radiografía. Este aspecto de la técnica radiográfica es de suprema importancia. Otros factores técnicos, tales como voltaje, corriente, actividad de la fuente, geometría, tiempo de exposición, y distancia también son importantes.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

Para cumplir adecuadamente con los objetivos planteados en el comienzo de cualquier proyecto de investigación, es recomendable aplicar una estrategia de trabajo basada en una metodología bien estructurada, apoyándose en la información disponible, que permita obtener los resultados de manera rápida y eficaz, y así establecer las respectivas conclusiones y recomendaciones.

#### **3.1. Tipo y nivel de la investigación**

Para llevar acabo el proyecto, la investigación tuvo un diseño de campo, ya que los datos requeridos fueron obtenidos directamente de la obra que realiza Constructora Tampa C.A. en las instalaciones de PDVSA. Distrito Cabrutica, en el Municipio Antonio Monagas Edo. Anzoátegui.

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

De acuerdo a los objetivos planteados en el presente proyecto, *según Ramírez, T. (1999)* se puede definir la misma como documental y de campo:

###### **3.1.1.1.- Investigación documental**

Está basado en el estudio efectuados a los diferentes tipos de información aportadas por la empresa; como manuales, procedimientos, normas, folletos, reportes y otros materiales bibliográficos propios de la empresa, con el fin de recolectar información referente a los procedimientos y

normativas del control de calidad de Constructora Tampa. Este método de investigación consistió en recabar toda la información necesaria para poner en marcha el proyecto. Se utilizó al comienzo de este y a lo largo de todo el proceso, debido a que es necesario investigar y desglosar toda la información relacionada con el estudio.

### **3.1.1.2.- Investigación de campo**

Este tipo de investigación se apoya en información que proviene directamente del personal que labora en el sitio de trabajo, puesto que para realizar esta propuesta se recopilaron datos de fuentes primarias tales como; entrevista, encuestas y observaciones realizadas en el lugar de trabajo. Para este proyecto se realizaron visitas continuas, especialmente en el departamento de gestión de la calidad de la obra, con el fin de realizar observaciones directas a los soldadores en el lugar de trabajo y conocer los pasos a seguir en la soldadura.

### **3.1.2. Nivel de la investigación**

#### **3.1.2.1. Nivel exploratorio**

Ya que se realizó sobre un tema poco conocido, *según Sampieri, R.; Collado, C. y Lucio P. (1998)* el nivel exploratorio se puede definir como los estudios que se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes. Ello requiere una óptica que comprenda no sólo el punto de vista industrial, sino también el estudio de las implicaciones económicas que esto representaría para la empresa. Además de presentar posibles soluciones y

distintas opciones que potencialmente conduzcan a finiquitar o resolver los problemas existentes.

### 3.2. Población y muestra

#### 3.2.1. Población

El estudio se realizó en el proyecto OCEMI's (obras, civiles, eléctricas, mecánicas, instrumentación) en las instalaciones de PDVSA, antigua Petrozuata. El proyecto que ejecutó Constructora Tampa trató de la instalación de nuevos cluster y tubería campo travesía. En la tabla 3.1 se muestra las áreas en donde se realizaron trabajos de soldadura.

**Tabla 3.1.-** Área de trabajo.

Instalación de nuevos Cluster
Cluster LM-14
Cluster CD-26
Cluster FG-19
Cluster CD-14
Tubería a campo travesía
Línea expresa de 16"
Línea-14 de 14" Y 4"
Línea LM-14 de 14" Y 4"
Línea LM-17 de 16" Y 6"

**Fuente:** elaboración propia (2008).

#### 3.2.2. Muestra



Para efectos de este estudio, se tomó como muestra los datos obtenidos de los reportes gammagráficos realizados a las soldaduras de tubería del cluster LM-14 (ver anexo A). El referido estudio arrojó un porcentaje de rechazo del 13,31% mucho mayor al rango establecido por Constructora Tampa (de 0% al 3%). Se debe tener presente que un porcentaje de rechazo tan alto en los trabajos de soldadura trae como consecuencia retardo en la fabricación de las líneas de crudo y gas para el conexionado del pozo, las juntas soldadas que presenten defectos deben ser reparadas, lo que implica un re-trabajo en el mismo sitio y volver a contratar los servicios de gammagrafía a las juntas defectuosas, para observar si el defecto ya se reparó y así realizar su liberación.

### **3.3. Técnicas empleadas**

#### **3.3.1. Técnicas de recolección de datos**

##### **3.3.1.1. Revisión de bibliografía**

Consiste en la revisión de la búsqueda de información relacionada con el proyecto a desarrollar, es decir, conocer el estado actual del tema, investigar qué se sabe sobre el tema y qué aspectos quedan por estudiar del tema; identificar el marco referencial, las definiciones conceptuales y operativas de las variables en estudio, mostrar los métodos y procedimientos destinados a la recolección de datos, utilizados en investigaciones similares, apoyados en libros, manuales, tesis, normas, páginas web, entre otros documentos, con el propósito de obtener una base teórica más amplia.

### **3.3.1.2. Análisis documental**

Está basado en los estudios efectuados a los diferentes tipos de información aportadas por la empresa; como manuales, procedimientos, normas, folletos, reportes y otros materiales bibliográficos propios de la empresa, con el fin de recolectar información referente a los procedimientos y normativas del control de calidad de Constructora Tampa.

### **3.3.1.3.- Entrevista no estructurada**

Es una técnica que consistió en un diálogo entre dos personas: el entrevistador (investigador) y el entrevistado; se realiza con el fin de obtener información de parte de éste, que es, por lo general, una persona que conoce muy bien el tema. Esta técnica es de gran utilidad a emplear, considerada como un proceso verbal recíproca, con el fin de obtener información éstas; no estarán limitadas a un cuestionario definido, sino que las preguntas serán formuladas de acuerdo a la actividad que se esté realizando. Para el desarrollo de esta propuesta es preciso recurrir a diferentes personas como fuente de información para averiguar todo lo referente a los procedimientos de soldadura.

### **3.3.1.4.- Observación**

Se llevó a cabo mediante el uso de un instrumento sencillo, como lo es la observación directa, ya que tiene como propósito obtener y recoger los datos que previamente han sido definidos como de interés para la investigación. Se lleva a cabo con el fin de observar el comportamiento de las

personas y objetos físicos que operan y llevar a cabo los diversos procedimientos dentro del área de producción, de manera de detectar los problemas y las fallas que se presentan en el sistema.

### **3.3.2. Técnicas de análisis de datos**

#### **3.3.2.1. Diagrama de flujo**

Se utilizó para la representación gráfica de la secuencia de etapas, operaciones, movimientos, decisiones y otros eventos que ocurren en un proceso. Esta representación se efectúa a través de formas y gráficos. Se empleó para comprender y visualizar adecuadamente los pasos del proceso de soldadura de tubería.

#### **3.3.2.2. Diagrama de causa – efecto (ISHIKAWA)**

Esta representación gráfica se elaboró para comprender las causas más probables y analizar la relación existente entre ellas y un efecto, facilitando la búsqueda de soluciones dicho problema.

#### **3.3.2.3. Gráfico de control**

Esta técnica permitió analizar el comportamiento del proceso de soldadura de tubería ya que contiene los límites de control superior e inferior y sirvió para indicar la consistencia del proceso.

#### **3.3.2.4.-Diagrama de Pareto**

Gráfico de barras que muestran las causas de un problema en orden decreciente de importancia. Se empleó para conocer los defectos con más ocurrencias.

### **3.4. Metodología usada para el desarrollo del proyecto**

La ejecución de este proyecto constó de las etapas que se describirán a continuación:

#### **3.4.1. Etapa I. Describir la situación actual del proceso de soldadura**

Esta etapa consistió en la recolección de datos mediante los resultados de ensayos no destructivos como son la gammagrafía y tintes penetrantes, para conocer los diferentes tipos de defectos que se presentan actualmente en la soldadura y así detectar cuáles de ellos presentan mayor incidencia. Se buscó información de material bibliográfico necesarios para reforzar la elaboración del proyecto tales como: manuales de control de calidad, normas (API 1104 y ANSI-B 31.3), textos, entre otros.

#### **3.4.2. Etapa II. Clasificar los tipos de defectos presentes en la soldadura de tubería**

Luego de la recolección de datos y búsqueda de información se procede a clasificar, según los criterios de aceptación bajo las normas API 1104 (*American Petroleum Institute*) y ANSI-B 31.3 (*ASME Code for Pressure piping, B31.3*) para el tendido de tuberías y conexión de pozos

respectivamente, los tipos de defectos que se pueden presentar en la soldadura.

#### **3.4.3. Etapa III. Analizar mediante herramientas estadísticas los defectos presentes en la soldadura de tubería**

Una vez clasificados los tipos de defectos de soldadura, se analizan y se grafican mediante herramientas estadísticas, las causas más probables del problema. Las herramientas estadísticas a utilizar son diagrama de flujo, gráfica de control, diagrama de causa – efecto y diagrama de Pareto.

#### **3.4.4. Etapa IV. Elaborar las propuestas de mejoras para minimizar el porcentaje de rechazo de la soldadura de tubería**

En esta etapa, después de analizar los resultados, se establecieron recomendaciones para disminuir las causas detectadas que originan los defectos encontrados en la soldadura.

#### **3.4.5. Etapa V. Estimar costos generados por las mejoras**

Una vez elaboradas las propuestas, se procedió a estimar los costos que generan estas mejoras.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

Aquí se realiza el análisis del proceso de soldadura en el área de trabajo de estudio y se define los tipos de defectos que están presentes en la misma. Se estudió mediante herramientas estadísticas, cuáles son los defectos con más ocurrencias, sus causas y su control en el área de trabajo.

#### **4.1. Situación actual del proceso de soldadura**

Constructora Tampa presta servicio y mantenimiento a las empresas del sector petrolero, especializándose en las actividades de construcción mecánica y civil, dentro de la que se encuentra construcciones de oleoductos, gasoductos, acueductos, tanques, remodelación de estaciones de flujo y obras relacionados a construcciones civiles. Todas estas actividades se realizan cumpliendo con los requisitos establecidos en normas, especificaciones estándares y particulares de la industria petrolera.

En los diferentes procesos de soldadura cada vez se da mayor importancia a factores como la calidad de la unión soldada, además de tener en cuenta la protección del medio ambiente y la presencia de riesgos laborales. Una soldadura defectuosa puede conducir a pérdidas humanas, financieras y daños a instalaciones, así pues es importante saber si cubrirá los requisitos de diseño. Estos requisitos son establecidos por normas, procedimientos de construcción, entre otros, todo va a depender del uso que se le va a dar. Con el fin de asegurar el cumplimiento de estos requisitos, es necesario establecer e implementar un programa de control de calidad.

Constructora Tampa cuenta con estos programas de control de calidad, siguiendo rigurosamente los lineamientos de la norma ISO 9001:2000. Se lleva con registros de inspección, control diario de soldadura, programa gammagráfico, reporte gammagráfico, control de reparaciones de soldadura. Se cuenta con procedimientos aprobados para la aplicación de soldadura de acuerdo al uso de la tubería a soldar.

#### **4.1.1. Descripción del proceso actual de soldadura**

El soldador procede a la fabricación de la línea de crudo de 4" y la línea de gas de 2", empezando por el biselado de los tubos y accesorios a soldar, con el fin de eliminar pintura, barniz, óxido, aceite, otros. De igual manera el área de trabajo debe de estar protegida de las corrientes de aire, lluvia, polvo, debido a que el electrodo a utilizar es de bajo contenido de hidrógeno y se debe someter a precalentamiento utilizando hornos eléctricos (ver anexo B, equipos, maquinarias y herramientas). Una vez dadas las condiciones anteriores, el armador se encarga de alinear las juntas a soldar, utilizando una herramienta llamada grampa (ver anexo B), posicionando las juntas, las cuales no deben presentar desalineamiento. El soldador, según especificaciones del cliente PDVSA, Constructora Tampa y el *código ASME sección IX. Artículo IV. QW-405*, el cual se refiere a las posiciones en la que se debe realizar la soldadura, especifica que se debe realizar en la posición 6G con progresión vertical ascendente, luego de tener claro esto se procede a dar el pase de raíz utilizando el electrodo E-6010 de diámetro de 1/8" *según la clasificación AWS*, que es excelente por su ductilidad y su cualidad de penetración profunda; sus propiedades físicas son adecuadas, ya que están recubiertos con sodio de alto contenido de celulosa y pueden usarse para soldar en todas las posiciones. Posteriormente el soldador realiza el segundo pase utilizando el electrodo E-7018 de diámetro de 1/8", seguido del

tercer pase y cuarto pase (acabado) utilizando el electrodo E-7018 de diámetro de 5/32" según la clasificación AWS, ya que son de diseño de bajo hidrógeno y tienen un recubrimiento con 30% de hierro pulverizado, lo que produce soldaduras sólidas.

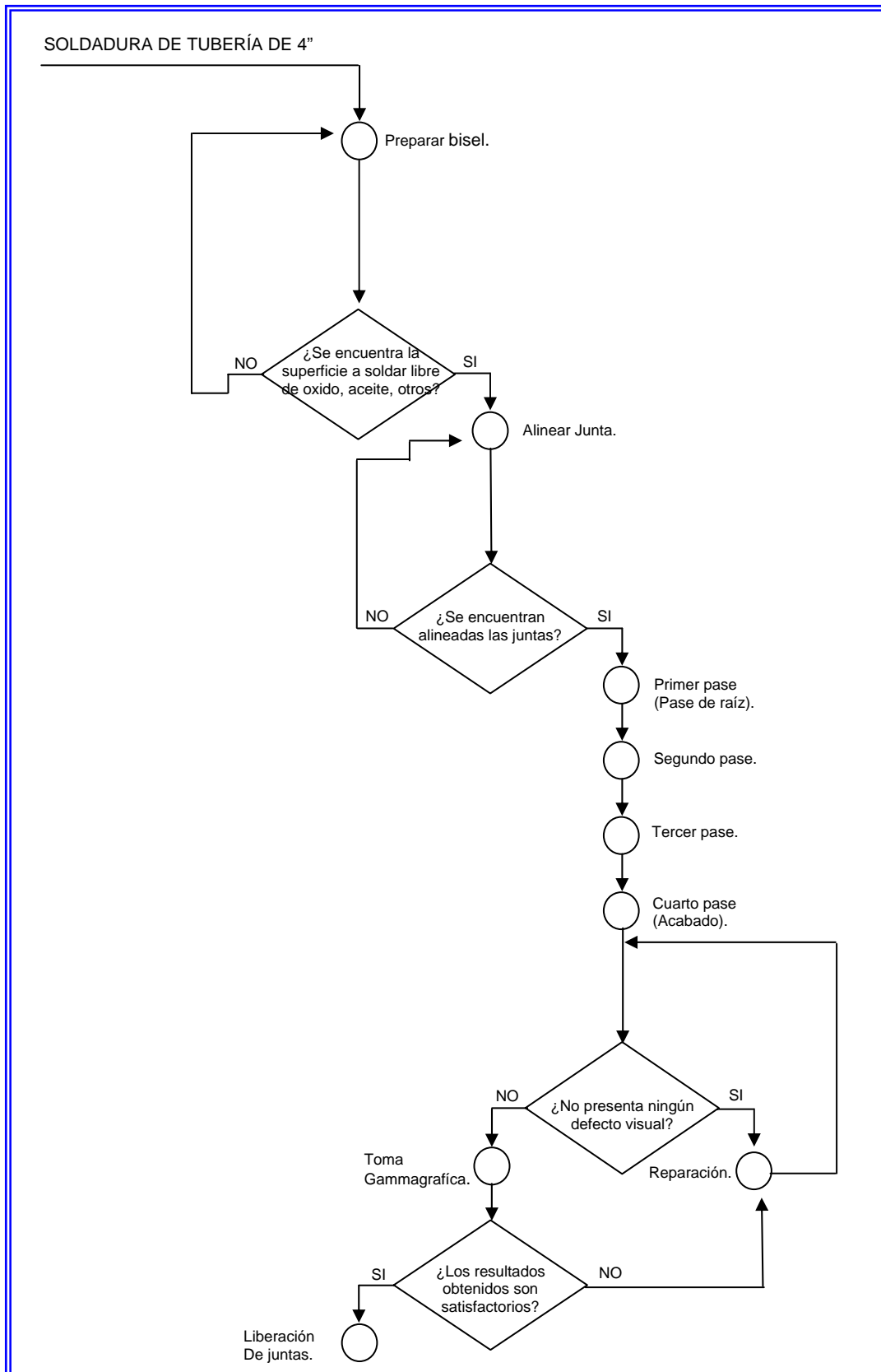
Después de haber terminado la soldadura, el inspector de calidad verifica la junta soldada, valida que se haya aplicado toda la soldadura requerida, que las soldaduras terminadas se ajusten al procedimiento, revisa si el aspecto de la soldadura es uniforme en cuanto a tamaño y contorno, ya que la soldadura forma parte visible de la junta soldada; observa si existe también presencia de cráteres vacíos, socavamientos y grietas. Si se nota la presencia de algún defecto visual, se debe reparar la soldadura y volver a inspeccionar, luego se procede a evaluar mediante tomas gammagráficas.

Debe tenerse presente que una radiografía proyecta en un plano todas las indicaciones de defecto que pueden estar presentes en la soldadura. Se tiene que tener en cuenta que el inspector de calidad, siguiendo las especificaciones del cliente PDVSA, debe tomar el 10% de gammagrafía de las juntas soldadas, no sólo a aquellas que presenten defecto visual.

Una vez cumplido con todos estos y haber verificado cada una de las placas radiografiadas, observando que ninguna presente algún defecto se procede a liberar la junta, para cumplir con cada uno de los requerimientos exigidos tanto por cliente como Constructora Tampa.

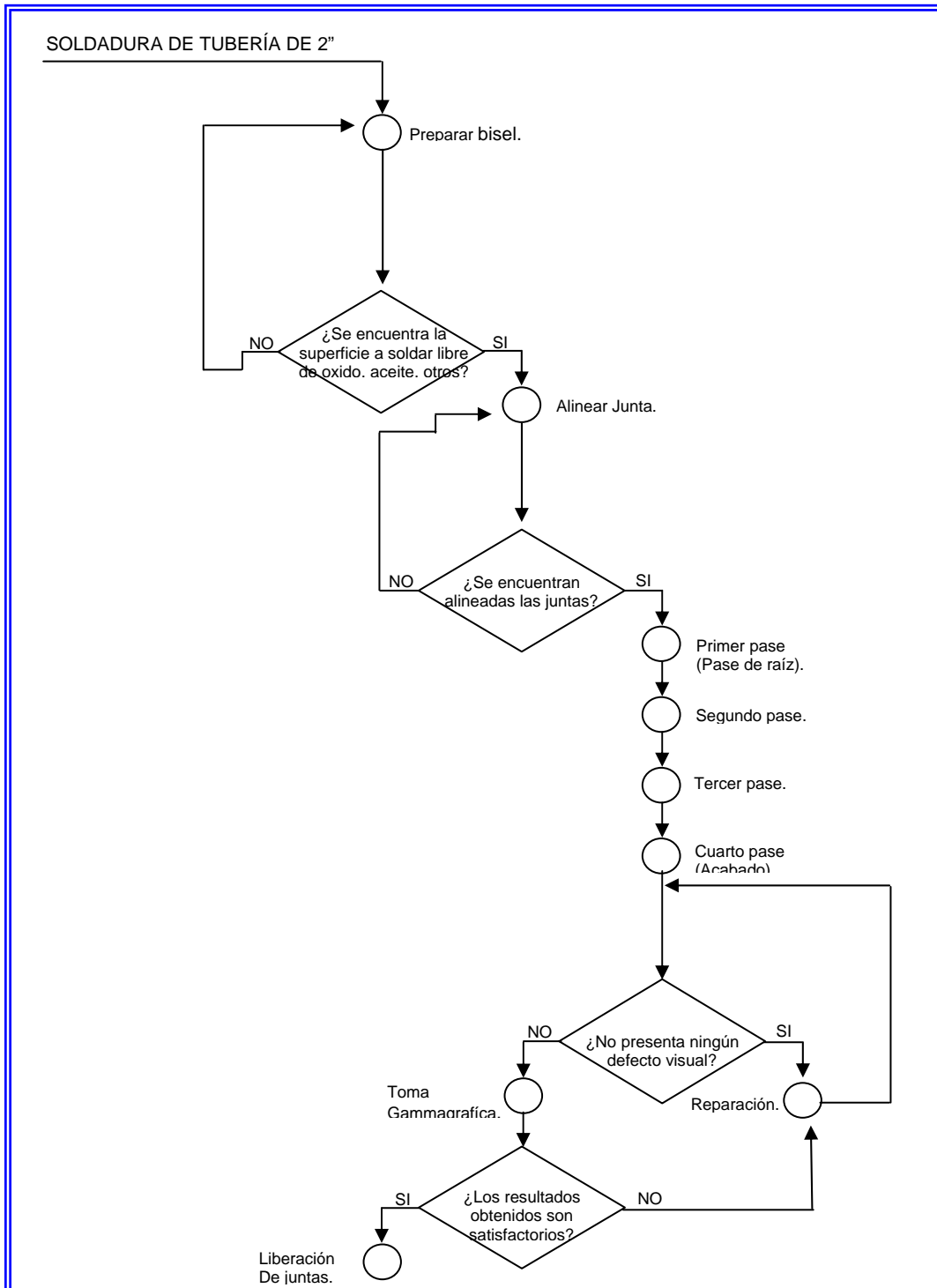
A continuación en el diagrama 4.1 y el diagrama 4.2, se muestran los procesos de la soldadura de tubería de 4" y 2".





**Diagrama 4.1.-** Proceso de soldadura de tubería de 4".

**Fuente:** elaboración propia (2008).



**Diagrama 4.2.-** Proceso de soldadura de tubería de 2".

**Fuente:** elaboración propia (2008).

## 4.2. Clasificación de los tipos de defectos que están presentes en la soldadura de tubería

Es importante conocer los tipos de defectos que se presentan en la soldadura, ya que con el pasar de los tiempos se podría producir una falla completa y catastrófica a la misma. Las discontinuidades y/o defectos son imperfecciones en la soldadura. Una buena soldadura no debe tener ninguna discontinuidad y/o defectos, pero la soldadura no son perfectas; las imperfecciones existen en varios grados. Una soldadura debe de cumplir con unas especificaciones y mantener una estructura física uniforme.

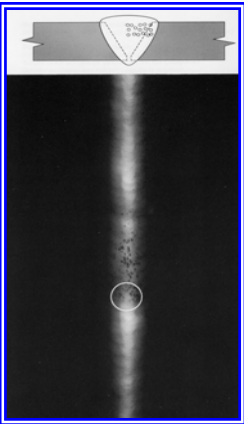
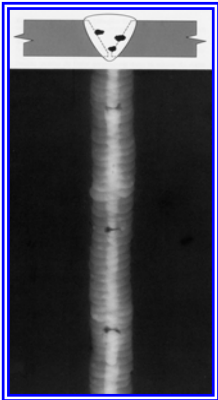
Las discontinuidades y/o defectos deben ser cuidadosamente distinguidos por el inspector de calidad. Un defecto es una discontinuidad cuyo tamaño, forma, orientación, ubicación o propiedades son inaceptables para el código *ANSI B31.3* (ver anexo C), pero algunas discontinuidades son aceptables.

Los defectos y/o discontinuidades más frecuentes que se presentaron en la elaboración del cluster LM-14 se categorizaron bajo los siguientes tipos:

- ↙ Porosidad.
- ↙ Inclusiones de escoria.
- ↙ Concavidad.
- ↙ Socavación.
- ↙ Falta de penetración.
- ↙ Falta de fusión.
- ↙ Grieta.

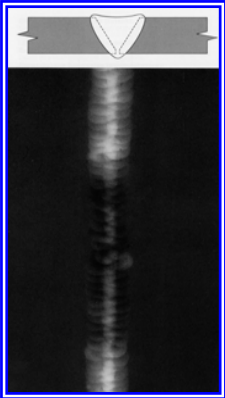
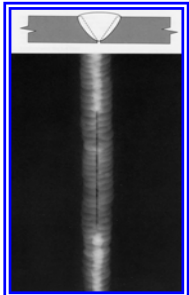
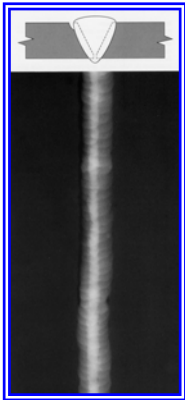
En la tabla 4.1 se tiene los tipos de defectos, su descripción y como pueden observarse.

**Tabla 4.1.-** Tipos de defectos en la soldadura de tubería.

DEFECTOS	DESCRIPCIÓN	FIGURA
Porosidad	Se describen como los huecos globulares libres de todo material sólido, que se encuentran con frecuencia en los cordones de soldadura. Los huecos son una forma de inclusión que resulta de las reacciones químicas que tiene lugar durante la aplicación de la soldadura.	
Inclusiones de escoria	Son sólidos no metálicos atrapados en el metal de la soldadura o entre el metal de la soldadura y el metal base. Las inclusiones interrumpen la continuidad de la soldadura y resulta alguna pérdida en la integridad estructural cuando estén presentes.	

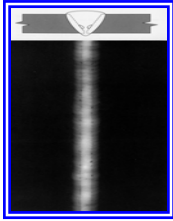
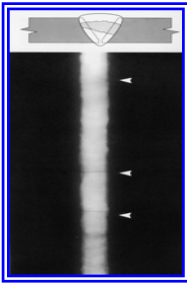
**Fuente:** elaboración propia (2008).

**Tabla 4.1.-** Tipos de defectos en la soldadura de tubería (continuación).

DEFECTOS	DESCRIPCIÓN	FIGURA
Concavidad	Se produce cuando el metal de la soldadura en la superficie de la cara externa, o en la superficie de la raíz interna, posee un nivel que esta por debajo de la superficie adyacente del metal base.	
Falta de penetración	Esta expresión se usa para describir la situación en que el metal depositado y metal base no se funden en forma integral en la raíz de la soldadura.	
Socavación	Es una hendidura ubicada en los borde de la soldadura, la socavación es una discontinuidad de superficie por erosión del metal base en la unión de la soldadura y metal base. Toma la forma de un corte mecánico en los límites de fusión.	

**Fuente:** elaboración propia (2008).

**Tabla 4.1.-** Tipos de defectos en la soldadura de tubería (continuación).

DEFECTOS	DESCRIPCIÓN	FIGURA
Falta de fusión	Es la falla en que el metal de aporte se funde parcialmente con el metal base.	
Grietas	Son discontinuidades del cordón de la soldadura. Las consecuencias de estos defectos pueden ser graves, pues contribuyen a la rotura.	

**Fuente:** elaboración propia (2008).

#### 4.3. Determinación de las causas que generan los defectos de soldadura de tuberías.

Para la determinación de las causas se utilizó el diagrama de Ishikawa o diagrama de causa – efecto, que sirven para reflejar todas las posibles causas que puedan contribuir a un determinado efecto, el análisis permitió establecer cuáles son las causas que contribuyen a que los defectos de soldadura se produzcan. Estas causas están formadas por diversos factores que generan consecuencia en los trabajos de soldadura, una serie de problemas al soldador y al sistema de control de calidad.

En el diagrama 4.3 se muestra el defecto de la soldadura como problema general y sus causas potenciales, a través de la cuales se determinaron los factores que originan dicho problema.

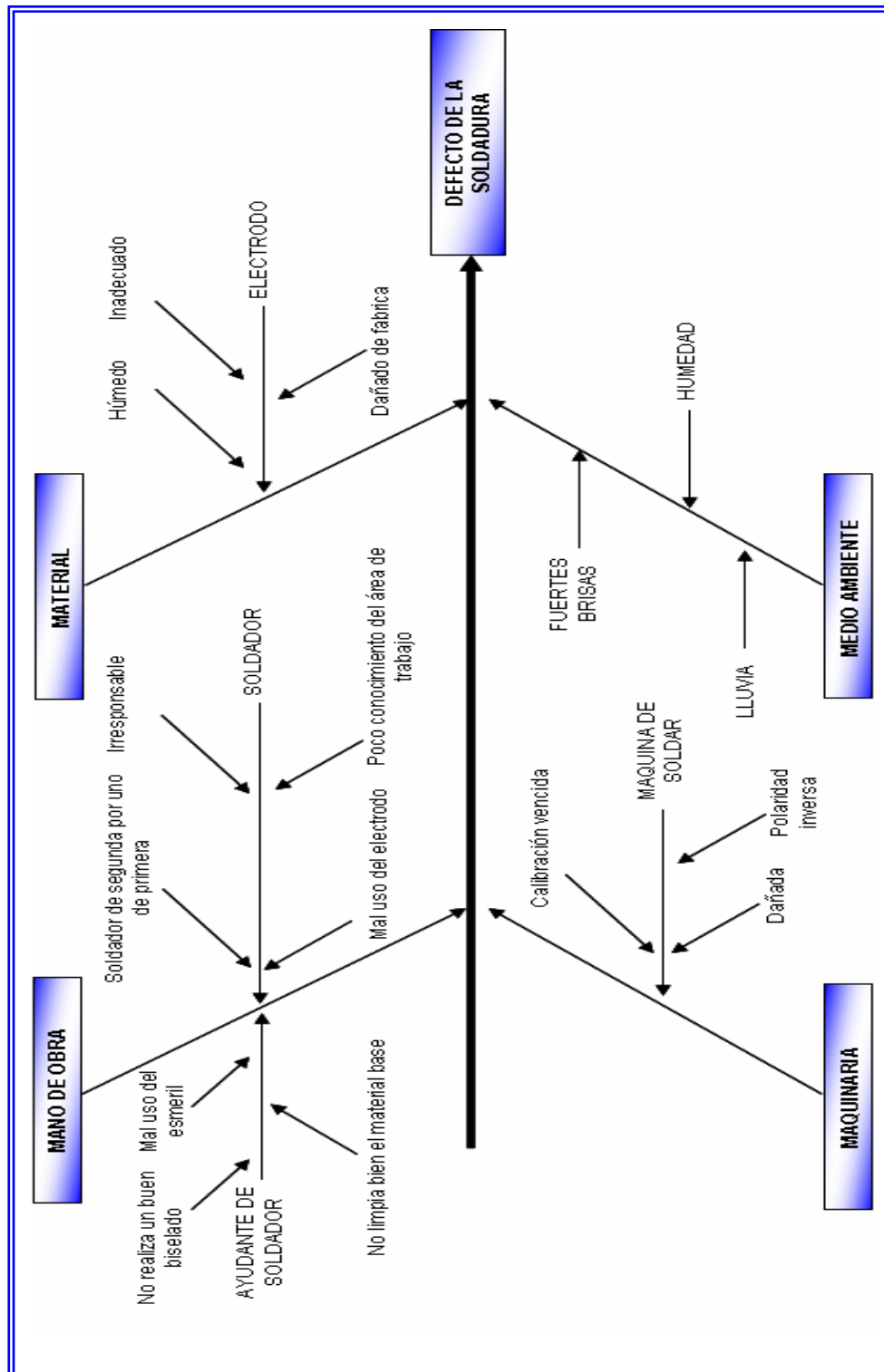


Diagrama 4.3.- Diagrama de Ishikawa del defecto de la soldadura.  
Fuente: elaboración propia (2008).

#### **4.3.1. Análisis del diagrama de Ishikawa del defecto de la soldadura en tubería.**

En la tabla 4.2 se describen los elementos y causas que genera los defectos de la soldadura de tubería:



**Tabla 4.2.-** Descripción de los elementos y causas.

ELEMENTO	CAUSAS	SUB - CAUSAS	DESCRIPCIÓN
<b>Mano de obra</b>	<b>Soldador</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="651 411 927 447">↳ Irresponsable.</li> <li data-bbox="651 684 927 762">↳ Mal uso del electrodo.</li> <li data-bbox="651 1010 927 1203">↳ Poco conocimiento del área de trabajo.</li> <li data-bbox="651 1451 927 1644">↳ Soldador de segunda por uno de primera.</li> </ul>	<p>Debido a que el soldador presenta en ocasiones irresponsabilidad en el trabajo ejecuta un uso inadecuado del electrodo, de igual forma por el poco conocimiento del área de trabajo realiza un mal procedimiento de soldadura como el tiempo entre pases. También se dió el caso de un soldador de segunda trabajando como un soldador de primera; este no está calificado para soldar una tubería bajo la aprobación de un procedimiento de soldadura y esto trae como consecuencia que se presenten defectos en la soldadura de tubería.</p>

Fuente: elaboración propia (2008).

**Tabla 4.2.-** Descripción de los elementos y causas (continuación).

ELEMENTO	CAUSAS	SUB - CAUSAS	DESCRIPCIÓN
Mano de obra	Ayudante de soldador	<ul style="list-style-type: none"> <li>↙ No realiza un buen biselado.</li> <li>↙ Mal uso del esmeril.</li> <li>↙ No limpia bien el material base.</li> </ul>	Debido a que es la persona encargada de preparar la junta ante de comenzar a soldar no realiza un buen biselado en el material base, tiene mal uso de las herramientas de limpieza como es el esmeril, el cual al no ser limpiado de forma adecuada, hace que se produzcan poros e inclusiones de escoria.
Material	Electrodo	<ul style="list-style-type: none"> <li>↙ Húmedo.</li> <li>↙ Dañado de fábrica.</li> <li>↙ Inadecuado.</li> </ul>	Debido a que el material de aporte es el elemento mas importante se encontró que el electrodo al no ser precalentado presentó humedad al momento de ser utilizado. También se dió el caso que por no ser revisado antes de usar, muchos vinieron dañados de fábrica. El electrodo inadecuado trae como consecuencia presencia de defectos.

**Fuente:** elaboración propia (2008).

**Tabla 4.2.-** Descripción de los elementos y causas (continuación).

ELEMENTO	CAUSAS	SUB - CAUSAS	DESCRIPCIÓN
Maquinaria	Maquina de soldar	<ul style="list-style-type: none"> <li>↙ Calibración vencida.</li> <li>↙ Dañada.</li> <li>↙ Polaridad inversa.</li> </ul>	Se determinó a través del certificado de calibración que esta se encontraba vencida y por consecuencia trae el deterioro de las máquinas, por lo cual presenta fallas al momento de soldar. Se observó que la polaridad de algunas máquinas se encuentra inversa, lo que trae como consecuencia el mal calentamiento del material de aporte.
Medio ambiente	Fuertes brisas, humedad y lluvia		El medio ambiente afecta las juntas al ser soldadas, debido a que el clima afecta el material de aporte y no favorece en el desarrollo del proceso. Debido a esto el área a soldar debe ser resguardada para así evitar que ocurra la presencia de defectos en la soldadura de tuberías.

**Fuente:** elaboración propia (2008).

#### **4.4. Análisis de los defectos presentes en la soldadura de tubería.**

Luego del análisis de las causas que producen los defectos en la soldadura de tubería, se procedió a identificar y a ordenar los defectos que se presentaron durante la ejecución del cluster LM-14, para así identificar de forma clara cuales fueron aquellos defectos que más incidieron durante la realización del cluster.

Para la identificación de los defectos se utilizó el diagrama de Pareto, método al cual se le asigna un orden de prioridad y se organizan de forma descendente, para así poder conocer cuáles son aquellos defectos, pocos vitales y muchos triviales; lo cual refleja que hay defectos con menos importancia, frente a unos pocos defectos graves.

A continuación se presenta la cantidad de ocurrencia de los defectos en la soldadura de tubería (tabla 4.3), con los datos obtenidos de una muestra de 66 juntas radiografiadas, se extrajo de los reportes gammagráficos del cluster LM-14 (ver anexo A), donde se muestra los tipos de defectos y la cantidad de ocurrencia, durante la ejecución del cluster LM-14.

**Tabla 4.3.-** Cantidad de ocurrencia de defectos en la soldadura de tubería.

TIPOS DE DEFECTOS	CANTIDAD DE OCURRENCIA
Porosidad	4
Inclusiones de escoria	3
Concavidad	2
Socavación	2
Falta de penetración	1
Falta de fusión	1
Grieta	0
<b>Total de ocurrencia</b>	<b>13</b>

**Fuente:** elaboración propia (2008).

Después de extraer los resultados de los reportes gammagráficos y ordenarlos en forma descendente, se calculó la cantidad de ocurrencia acumulado, el porcentaje total y el porcentaje acumulado para cada uno de los defectos.

El porcentaje total para cada uno de los defectos se calculó de la siguiente manera:

$$\% = \frac{CANTIDAD\ DE\ OCURRENCIA}{TOTAL\ DE\ OCURRENCIA} \times 100$$

En el anexo D-1, se muestra los cálculos para cada uno del porcentaje total de ocurrencia de los defectos de la soldadura de tubería.

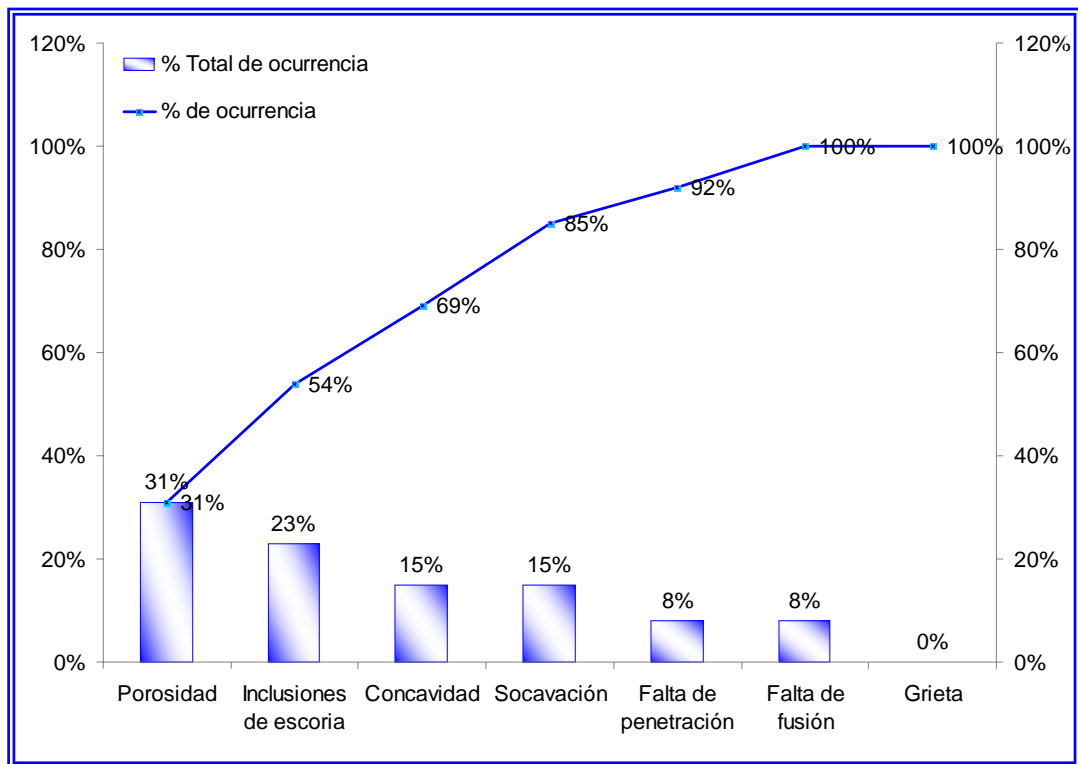
Una vez calculado cada uno de los porcentajes totales se procedió a calcular el porcentaje acumulado, así se obtuvo la siguiente tabla Pareto de los defectos en la soldadura de tubería. (Ver tabla 4.4).

**Tabla 4.4.-** Defectos en la soldadura de tubería.

Tipos de defectos	Cant. de ocurrencia	Cant. de ocurrencia acumulada	% Total de ocurrencia	% de ocurrencia acumulado
Porosidad	4	4	31%	31%
Inclusiones de escoria	3	7	23%	54%
Concavidad	2	9	15%	69%
Socavación	2	11	15%	85%
Falta de penetración	1	12	8%	92%
Falta de fusión	1	13	8%	100%
Grieta	0	13	0%	100%
<b>Total</b>	<b>13</b>		<b>100%</b>	

**Fuente:** elaboración propia (2008).

De acuerdo a los resultados de la tabla de Pareto de los defectos de la soldadura de tubería, se elaboró el diagrama 4.4 que muestra gráficamente los resultados obtenidos.



**Diagrama 4.4.-** Diagrama de Pareto de los defectos de la soldadura de tubería.

**Fuente:** elaboración propia (2008).

En el diagrama 4.4 se puede notar que de un 100%, el 20% de los defectos más graves son socavación, falta de penetración, falta de fusión y grietas, ya que éstos no son aceptados por la norma, y el otro 80% de los defectos son aquellos que más se presentan y tienen mayor incidencia, pero pueden ser aceptados según el tamaño, longitud y forma del defecto. Estos defectos menos graves son porosidad, inclusiones de escoria y concavidad.

Estos defectos de soldadura se dan por el mal uso del electrodo, condiciones ambientales o por irresponsabilidades del soldador que no toma las precauciones antes de comenzar a soldar. La causas de estos defectos

de soldaduras se obtuvieron con el diagrama de causa – efecto o diagrama de Ishikawa expuesto con anterioridad.

#### **4.5. Determinación del porcentaje de rechazo durante la ejecución del proyecto**

Después de obtener los resultados del diagrama de Pareto, se procedió a analizar mediante la gráfica de control si el proceso de soldadura esta en “control” o “fuera de control”, durante la ejecución del proyecto.

Con una muestra obtenida de 66 juntas radiografiadas extraída de los reportes gammagráficos realizados al cluster LM-14, se realizó el estudio mediante un registro de información, en donde se recolectó, fechas en que fueron realizadas la gammagrafía, cantidad de juntas radiografiadas, tipos de defecto (ocurrencia) y el porcentaje de defectos. En la tabla 4.5 se muestran los resultados del registro.



**Tabla 4.5.-** Registro de información.

Fecha de gammagrafía	Cant. De juntas gammagrafiadas	Tipos de defectos (ocurrencia)							% de defectos
		POROSIDAD	INCLUSIONES DE ESCORIA	CONCAVIDAD	SOCAVACIÓN	FALTA DE PENETRACIÓN	FALTA DE FUSIÓN	GRIETA	
Julio 2007	9	1			1				2,22%
Noviembre 2007	17				1				0,58%
Febrero 2008	40	3	3	2		1	1		2,50%
<b>Total</b>									<b>5,30%</b>

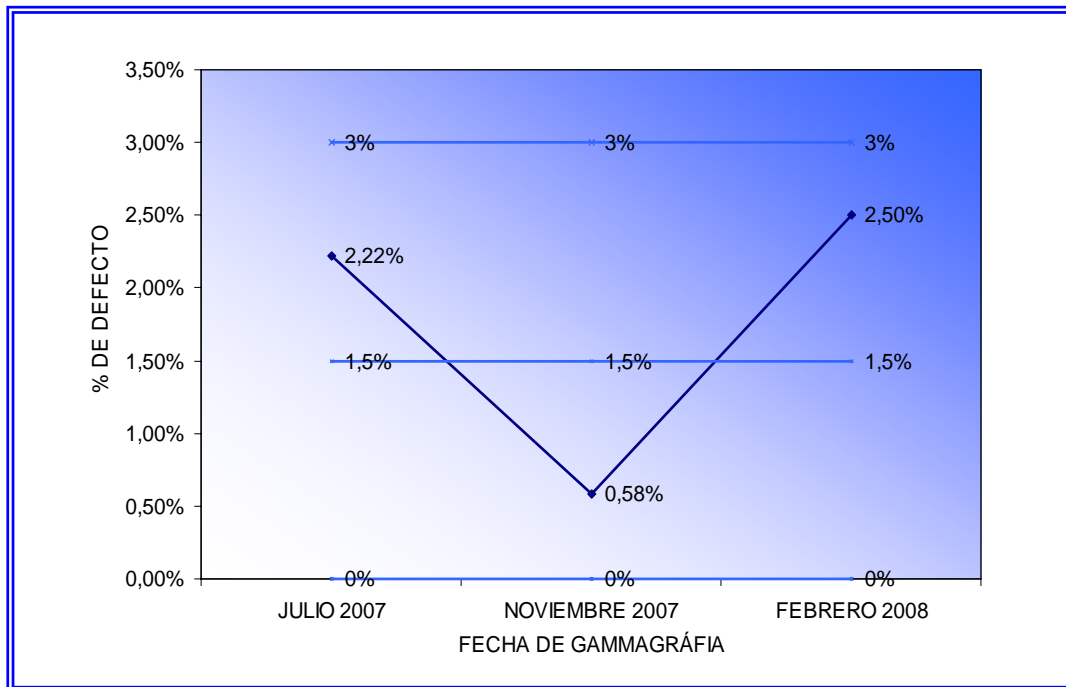
**Fuente:** elaboración propia (2008).

El porcentaje de defectos se obtuvo de la siguiente forma:

$$\% = \frac{CANT. DE DEFECTOS \times 10\%}{CANT. DE JUNTAS GAMMAGRAFIADAS}$$

Se debe tener claro que el 10% de la gammagrafía que se tomaron a la junta son especificaciones exigidas por el cliente PDVSA. Los caculos del porcentaje de defecto por mes se observan en el anexo D-2.

En la gráfica 4.1 se muestra los resultados obtenidos en el registro de información.



**Gráfica 4.1.-** Gráfica de control.

**Fuente:** elaboración propia (2008).

La gráfica 4.1 mide la capacidad del proceso de realizar la soldadura cumpliendo con las especificaciones, teniendo un porcentaje máximo de rechazo del 3%, en el mes de Junio del 2007 se realizó soldadura evaluada por gammagrafía en el mismo mes. Ello dio como resultado un porcentaje de rechazo de 2,22% entrando dentro de los límites de aceptación. En los meses Agosto, Septiembre y Octubre del 2007 se realizó soldadura, pero las juntas entran en relación para el mes de Noviembre del 2007 cuando se evaluaron por gammagrafía. El referido mes tiene un porcentaje de rechazo de 0,58%. Para los meses Diciembre del 2007 y Enero del 2008 se realizaron soldaduras que entraron para evaluación por gammagrafía el mes de Febrero del 2008, allí se obtuvo un porcentaje del 2,50% el cual estuvo entre los límites de aceptación, pero se obtuvo un porcentaje alto al momento del cierre de los pozos.

## **CAPÍTULO V**

### **PROPUESTA DE MEJORAS**

En este capítulo se propone las mejoras para los trabajos de soldadura de tuberías realizadas por Constructora Tampa C.A., y así poder minimizar el porcentaje de rechazo y mejorar los procedimientos de soldadura e inspección.

#### **5.1. Establecer propuesta de mejoras en los trabajos de soldadura de tubería.**

Luego de haber analizado el proceso de soldadura y apreciar las causas que hacen posible la presencia de los defectos en la soldadura de tubería, se propone lo siguiente:

##### **5.1.1. Realizar charla informativa a los soldadores**

Antes de comenzar a realizar cualquier trabajo de soldadura el departamento de control de calidad deberá realizar una charla informativa sobre el trabajo que se va a ejecutar, describiendo los requerimientos a ser utilizados en la soldadura. De esta manera el soldador, fabricante y ayudante tendría clara la metodología de trabajo a ser empleada, lo cual ayudará a la mejoría en su labor refrescando los conocimientos sobre el referido trabajo. De igual forma el departamento de control de calidad deberá realizar carteleras informativas y trípticos donde se describan las normas, especificaciones y procedimientos de soldadura.

### **5.1.2. Instrucción de trabajo**

Se elaboró una instrucción de trabajo para la inspección y preparación del área a soldar; para mejora de la inspección al momento de realizar la soldadura. En esta instrucción se describen las condiciones operacionales y las instrucciones a la cual se deben seguir para evitar que ocurran rechazos en la soldadura de tubería.

**INSPECCIÓN Y PREPARACIÓN DEL ÁREA A SOLDAR**

Código:

Edición: 0

Total de páginas: 05

Nº de copia controlada:

---

  
Elaborado por:

Hilda Hernández

---

  
Aprobado por:

Dir. Gte. De Gestión de la Calidad

1/5

El Tigre, 01 de Julio de 2008

0  
1: 0

**1.- Objeto:** Establecer los lineamientos necesarios para la inspección y preparación del área de soldar en la fabricación de los sistemas de tuberías construidos por Constructora Tampa, C.A.

**2.- Alcance:** Esta instrucción de trabajo aplica a la inspección y preparación del área a soldar según especificaciones del cliente, durante la ejecución de un proyecto.

### **3.- Responsabilidades**

- Coordinador de control de la calidad.
- Inspector de control de la calidad.
- Soldador.
- Ayudante de soldador.
- Inspector de seguridad.

### **4.- Herramientas/ Equipos/ Maquinarias / Materiales**

- Electroodos.
- Esmeril.
- Máquina de soldar.
- Equipo de gammagrafía.
- Grampas externas o internas.
- Implementos de seguridad: guantes, careta de soldar, careta de esmerilar, mangas y peto protector, extintores portátiles, avisos de seguridad.

	<b>SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD</b> INSPECCIÓN Y REPARACIÓN DEL ÁREA A SOLDAR	Página: 1/5 Código: Edición: 0 Revisión: 0

## 5.- Condiciones de Operación

El inspector de control de calidad deberá cumplir con todos los requerimientos para así validar que los soldadores estén realizando el trabajo según normas y especificaciones exigidas por Constructora Tampa y el cliente. De igual manera tanto el coordinador como el inspector de control de calidad realizarán inspecciones para mejorar la calidad de la soldadura.

- 5.1.- Verificar el material de aporte, de manera de garantizar que se encuentren en óptimas condiciones para su uso.
- 5.2.- Revisar que los electrodos de bajo hidrógeno se encuentren en horno de preservación.
- 5.3.- Examinar las máquinas de soldar, verificando que cumplan con las condiciones óptimas para ser utilizadas; de igual manera se deberá revisar los certificados de calibración de las mismas.
- 5.4.- Verificar la limpieza de la unión soldada, garantizando que esté limpia de cualquier material que pueda contaminar la junta.
- 5.5.- Hacer que se cumpla el biselado de 45°; de igual manera observar el alineamiento y la apertura de la raíz, ya que son puntos fundamentales a la hora de soldar.
- 5.6.- Realizar inspecciones visuales por cada pase de soldadura.
- 5.7.- Escoger la muestra necesaria para realizar las pruebas gammagráficas, siguiendo un orden según su producción, verificando que todo el trabajo se lleve a cabo.

	<b>SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD</b>  INSPECCIÓN Y REPARACIÓN DEL ÁREA A SOLDAR	Página: 1/5 Código: Edición: 0 Revisión: 0

## 6.- Instrucción

- 6.1.- El coordinador de control de calidad coordinará los trabajos de soldadura de tubería, verificando que el inspector de control de calidad realice las inspecciones necesarias antes de empezar a soldar, de igual manera supervisara que el soldador asignado cumpla con los procedimientos de soldadura.
- 6.2.- El ayudante de soldador debe secar la tubería a fin de evitar cualquier humedad sobre el área adyacente a la ranura a ser soldada.
- 6.3.- Antes de empezar la soldadura, se limpiará el extremo de la tubería por dentro y por fuera para remover cualquier signo de pintura, óxido, aceite, entre otros. Ésta se debe limpiar en un área de al menos 1 pulgada de los extremos de la junta por dentro y por fuera, debido a que limpiar únicamente la parte exterior de la tubería no sería de gran utilidad.
- 6.4.- Se debe tener claro que el ángulo de la junta debe ser lo suficientemente ancho para aceptar la fuente de calor. Un ángulo adecuado de bisel es de 45°, con el cual tiene un ángulo de ranura de 90°. De esta manera se reduce el porcentaje de que se produzca una discontinuidad o defecto.
- 6.5.- Los electrodos de bajo hidrógeno deben estar en los hornos de preservación y deben ser utilizados directamente de su empaque, para así evitar que se use algún electrodo que venga dañado de fábrica o que presenten humedad.

	<p align="center"><b>SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD</b></p> <p align="center">INSPECCIÓN Y REPARACIÓN DEL ÁREA A SOLDAR</p>	<p>Página: 1/5 Código: Edición: 0 Revisión: 0</p>



La humedad atmosférica absorbida por el electrodo introduce hidrógeno a la soldadura y provoca grietas. Un electrodo seco requiere de 30 minutos a 4 horas para absorber suficiente agua (y por lo tanto hidrógeno) como para afectar la soldadura. Los electrodos con revestimiento de bajo contenido de hidrógeno que no hayan estado almacenados herméticamente deben ponerse en un horno de preservación y mantenerse ahí hasta el momento de ser utilizados. Se debe determinar por anticipado cuales electrodos van a ser puestos en el horno y cuáles no. Los electrodos E-7018 son electrodos de bajo hidrógenos y deben tener un tiempo máximo de 4 horas para ser utilizados después de secar en el horno de preservación.

6.6.- Se puede evitar el riesgo de contaminación de la soldadura aislando con una carpa completamente cerrada el área a soldar, tratando de evitar en lo posible que entre algún agente externo como, fuertes vientos, humedad y otras condiciones climáticas que se encuentran presentes a la hora de soldar, de tal forma disminuir las probabilidades de que ocurra discontinuidades o defectos en la soldadura.

6.7.- Se efectúa la alineación de la tubería por personal capacitado, utilizando la grampa.

6.8.- Después de alinear la tubería, la misma será asegurada a través de la aplicación del primer pase de soldadura.

6.9.- De igual manera, el soldador realizará la aplicación de los demás pases.

	<p align="center"><b>SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD</b></p> <p align="center">INSPECCIÓN Y REPARACIÓN DEL ÁREA A SOLDAR</p>	<p>Página: 1/5 Código: Edición: 0 Revisión: 0</p>

## **7.- Criterios de aceptación**

- 7.1.- Las soldaduras son aceptadas una vez realizada la inspección visual y los ensayos no destructivos.
- 7.2.- El sistema de tubería fabricado debe cumplir con todos los requerimientos establecidos en las normas técnicas, especificaciones del cliente, planos aprobados para construcción e instrucciones y procedimientos aprobados.

## **8.- Referencias**

- ASME Sección IX.
- ANSI B31.3.
- Planos aprobados para construcción.
- Especificaciones técnicas del cliente.

## 5.2. Establecer acciones correctivas en los defectos de las uniones soldadas.

A continuación se muestra la siguiente tabla 5.1 de las posibles causas que afectan a la soldadura y las acciones correctivas que se deben tomar de acuerdo a cada defecto o discontinuidad que se presente.

**Tabla 5.1.-** Posibles causas y acciones correctivas.

DEFECTO DE LA UNION SOLDADA	POSIBLES CAUSAS	ACCIÓN CORRECTIVA
Porosidad	<p><b>Excesivas cantidades de hidrógeno, en la atmósfera con la que se suelda.</b></p> <p><b>Metal base sucio.</b></p> <p><b>Alambre de metal de aporte sucio.</b></p> <p><b>Inapropiada longitud del arco o de la corriente de soldar.</b></p> <p><b>Excesiva humedad en el recubrimiento del electrodo.</b></p>	<p><b>Incrementar el flujo de gas de protección.</b></p> <p><b>Usar varillas de aporte limpias y empacadas, almacenando en un área limpia.</b></p> <p><b>Mejorar las técnicas de soldadura.</b></p> <p><b>Aplicar procedimientos recomendados para secar al horno y para almacenar los electrodos.</b></p>

**Fuente:** elaboración propia (2008).

**Tabla 5.1.** Posibles causas y acciones correctivas (continuación).

DEFECTO DE LA UNION SOLDADA	POSIBLES CAUSAS	ACCIÓN CORRECTIVA
Inclusiones de escoria	<b>Inapropiado diseño de la unión.</b> <b>Quedaron atrapados algunos pedazos del recubrimiento del electrodo.</b> <b>Limpieza inadecuada entre pases.</b> <b>Inclusiones de óxido.</b> <b>Soldador descuidado.</b>	<b>Incrementar al ángulo de la ranura de unión a 90°.</b> <b>Revisar los electrodos para no utilizar aquellos que estén dañados.</b> <b>Limpiar la superficie que va a soldar y cualquier cordón de soldadura previo.</b>
Concavidad	<b>Mal manejo del electrodo.</b> <b>Inadecuado amperaje.</b>	<b>Corregir la velocidad de avance.</b> <b>Revisar el amperaje de la máquina.</b>
Socavado	<b>Manejo inadecuado del electrodo.</b> <b>Angulo inadecuado de inclinación del electrodo.</b> <b>Alto amperaje.</b>	<b>Corregir la posición del electrodo.</b> <b>Revisar amperaje de la maquina.</b> <b>Revisar la velocidad de avance.</b>

**Fuente:** elaboración propia (2008).

**Tabla 5.1.** Posibles causas y acciones correctivas (continuación).

DEFECTO DE LA UNION SOLDADA	POSIBLES CAUSAS	ACCIÓN CORRECTIVA
Falta de penetración	<p>Incorrecto ángulo del bisel.</p> <p>Superficies contaminadas con escamas de óxidos, grasas, pinturas.</p>	<p>Usar suficiente amperaje para obtener la penetración.</p> <p>Limpiar adecuadamente la junta.</p>
Falta de fusión	<p>Deficiente penetración en la junta.</p> <p>Insuficiente corriente de soldar.</p> <p>Inadecuada limpieza previa de la superficie de la unión.</p>	<p>Revisar el biselado de la junta.</p> <p>Estar pendiente del amperaje.</p> <p>Corregir la velocidad del avance.</p>
Grietas	<p>Preparación inadecuada de la unión.</p> <p>Electrodos defectuosos.</p> <p>Cordón de soldadura demasiado pequeño.</p> <p>Diferencia de temperatura entre pases.</p>	<p>Limpiar la superficie de manera adecuada, y realizar un buen biselado de 45°.</p> <p>Cambiar los electrodos defectuosos revisados con anterioridad.</p> <p>Utilizar electrodos con el diámetro adecuado dependiendo el pase de la soldadura.</p> <p>Estar pendiente del amperaje.</p>

**Fuente:** elaboración propia (2008).

## CAPÍTULO VI

### ESTIMACIÓN DE COSTOS

En este capítulo se realizará la estimación de los costos asociados con las propuestas de mejoras, con el objeto de reducir el retrabajo de horas – hombre, materiales y maquinarias que se genera por la presencia de defectos en la soldadura.

#### 6.1. Determinación de los costos asociados a las mejoras

Al presentarse defectos en la junta soldada, se nos genera un retrabajo, el cual nos crea una serie de gastos tanto de mano de obra como de material, maquinarias y la realización de pruebas no destructivas en la misma junta. Este retrabajo nos acarrea costos adicionales al ya presupuestado. A continuación se muestran en las tablas 6.1 y 6.2 con los costos asociados a las mejoras.

**Tabla 6.1.** Costo del personal para la coordinación e inspección

<b>Personal</b>	<b>Costo mensual (Bs F)</b>
Coordinador de control de calidad	3.000,00
Inspector de control de calidad	1.800,00
<b>Total</b>	<b>4.800,00</b>

**Fuente:** elaboración propia (2008).

**Tabla 6.2.** Costo del material utilizado para la instrucción y cartelera

Material	Cantidad	Costo (Bs F)
Resma de papel	1	20,50
Cartelera de corcho 1 x 2 m	1	470,00
Tonel para fotocopiadora	1	710,00
Cartucho de impresora	2	260,00
Carpeta marrón	1	4
Chinches	1	5
	<b>Total</b>	<b>1.469,50</b>

**Fuente:** elaboración propia (2008)

Apoyándose en los costos anteriores, se presenta la tabla 6.3 que muestra el costo total asociado a las mejoras, para su puesta en marcha.

**Tabla 6.3.** Costo total

<b>Descripción</b>	<b>Costos (Bs F)</b>
Personal	4.800,00
Material utilizado	1.469,50
<b>Total</b>	<b>6.269,50</b>

**Fuente:** elaboración propia (2008).



## CONCLUSIONES

Aquí se señalan las conclusiones más relevantes del presente trabajo, las cuales una vez puestas en funcionamiento harán mejorar los procedimientos de soldadura e inspecciones de la misma. Las principales conclusiones son las siguientes:

- Se observó que el procedimiento de soldadura de tubería se lleva a cabo, pero con ciertas fallas, tanto en los soldadores y ayudantes, como por parte de la inspección de la misma, a pesar de que Constructora Tampa C.A. cumple con todos los registros necesarios para las liberaciones de las juntas soldadas.
- En el diagrama causa – efecto o diagrama de Ishikawa, se comprobó que los defectos de la soldadura son ocasionados por diversos elementos, como mano de obra, material, maquinaria y medio ambiente, ya que éstos intervienen directamente en la realización de la soldadura.
- Se determinó que las discontinuidades y/o defectos más críticos son: socavación, falta de penetración, falta de fusión y grieta debido a que éstos no son aceptados por la norma, y al no ser corregidos con el pasar de los tiempos, podrían producir fallas en la unión soldada.
- Se detectó que los meses en donde hubo mayor cantidad de defectos fueron Julio 2007 y Febrero 2008. En ellos se obtuvo un porcentaje de rechazo 2,22% y 2,50% respectivamente. Tales porcentajes están entre los límites de control, pero son preocupantes por la cantidad de defectos que se presentaron.

- El inspector de calidad debe estar familiarizado con el procedimiento de soldadura, y debe conocer las limitaciones que tienen los soldadores cuando se trata de seguir los detalles que presenta la soldadura.
  
- Cumpliendo con las propuestas establecidas, la contratista se estaría ahorrando los 2.650,52 Bs F que acarrea el retrabajo de la reparación de la junta, de este modo se realizaría sin gastos adicionales.

## RECOMENDACIONES

A continuación se exponen las recomendaciones más importantes, para ejecutar con eficiencia el proceso de soldadura.

- Es necesario que la contratista siga constantemente el trabajo de sus empleados para así poder observar cuáles son sus debilidades e implantar un plan sistema de adiestramiento para mejoras.
- A fin de evitar los defectos de la soldadura, es necesario tomar todas y cada una de las precauciones antes de empezar a realizar los trabajos de soldadura.
- Las discontinuidades y/o defectos más críticos se pueden prevenir, con una adecuada limpieza del material base, un correcto uso del electrodo, inspección de las máquinas y tomando en consideración las propuestas de mejoras.
- Se debe realizar inspecciones más seguidas a los trabajos de soldadura, para así poder obtener un porcentaje de rechazo del 0%.
- El inspector de calidad debe tener una buena comunicación con los soldadores, y tomar un ambiente agradable de trabajo. De igual manera el soldador no debería ver al inspector de calidad como un enemigo. Si así lo ve no estaría considerando hacer un buen trabajo de soldadura.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amaya, M. y Farias R. (2004). **“Establecimiento de los niveles de calidad del servicio. Prestado por el departamento de sistemas industriales de la Universidad de Oriente (Núcleo Anzoátegui), mediante los criterios manejados en la norma Covenin ISO 9001:2000”**. Trabajo de Grado Presentado como Requisito Parcial para Optar al Título de INGENIERO INDUSTRIAL. UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO ANZOÁTEGUI.
  
- Fares, J. (2003). **“Propuesta de mejoras en la línea de moldeado de la empresa INPARVE S.A., Barcelona, Estado Anzoátegui, año 2002.”** Trabajo de Grado. Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño. Sede Barcelona.
  
- **Fundación de investigación y desarrollo de la Universidad Simón Bolívar.** (FUNINDES-USB). Alfonso Quiroga Fernández. Gerencia de Mantenimiento.
  
- Galvery, W. y Marlow, F. (2006). **Guía de soldadura para el técnico profesional.** México: Editorial Limesa.
  
- Hodson, W. (1996). **Maynard Manual del Ingeniero Industrial. Tomo I.** Editorial Mc Graw-Hill. Ciudad de México.
  
- Howitz, H. (2003). **Soldadura, aplicaciones y práctica.** México: Alfaomega Grupo Editor.

- Lozano, L.; Rojas, L. y Brazón, J. (1986). **Inspección de soldadura**. Instituto Universitario politécnico Experimental de Guayana. Sección Educación Continua.
- Pulido, H. (1997). **Calidad total y Productividad**. Editorial: Mc Graw-Hill.
- Ramírez, T. (1999). **Cómo hacer un proyecto de investigación**. 1<sup>ra</sup> edición. Editorial Panapo.
- Salazar, J. (2002). **“Elaboración del plan de implementación del sistema de gestión de la calidad bajo la norma ISO 9001:2000 en el proceso de extracción y procesamiento de fluidos de la U.E.Y. liviano del Distrito San Tomé”**. Trabajo de Grado Presentado como Requisito Parcial para Optar al Título de INGENIERO INDUSTRIAL. UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO ANZOÁTEGUI.
- Sincor. (2000). **Manual de inspección de soldadura**. Misión Sinergia 2000 C.A.
- Walpole, R.; Myers, R. y Myers, S. **Probabilidad y Estadística para ingenieros**. 6<sup>ta</sup> edición.

# ANEXOS


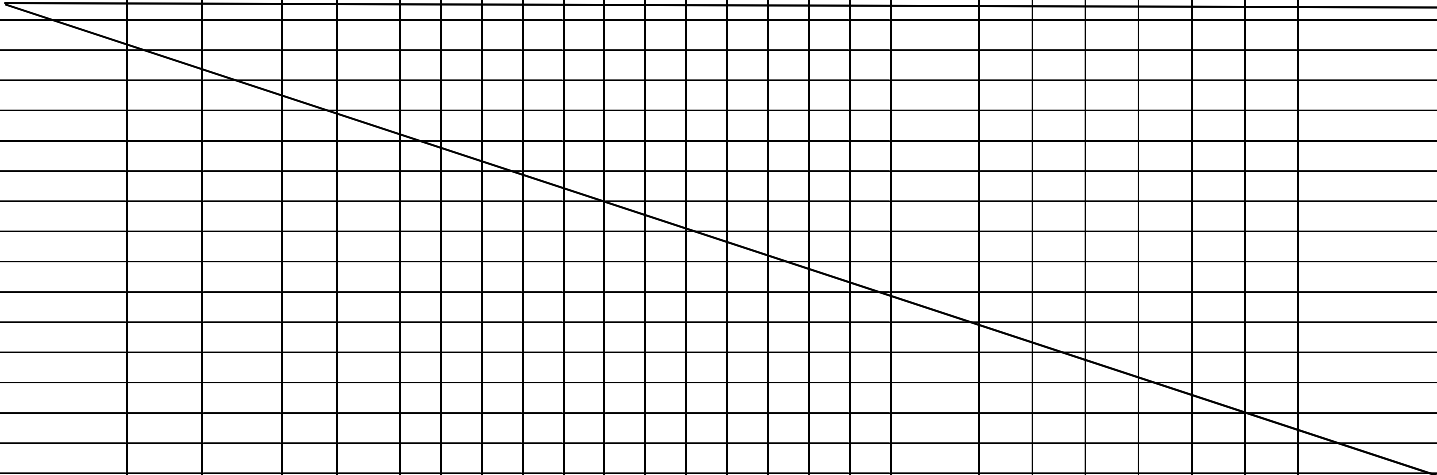
## A

### REPORTES GAMMAGRÁFICOS DEL CLUSTE LM-14


#### A-1. Reporte gammagráfico. N° de control 001 (1/2)

		SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD										Página: 1/2													
		Reporte Gammagráfico										Código: FOR-CCA-49													
												Edición: 1													
												Revisión: 1													
PROYECTO:		OCEMI'S PETROZUATA										FECHA:		20/07/2007											
OBRA:		CLUSTER LM-14			CONTRATO:			PZ-AMC-PIC-06-0709-02				N° DE CONTROL:		001											
WPS N°:		TAMPA 002		CRITERIO DE ACEPTACION:				ANSI B31,3		NIVEL II:		FRANKLIN TORREALBA													
N° DE LINEA	N° JUNTA	SECTOR	DIAM. (Pulg)	ESPESOR DE PARED (mm)	ESTAMPA SOLDADOR												DEFECTO	RADIOLOGO		EVALUACION TAMPA		CLIENTE		OBSERVACIONES	
					D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I		D	I	ACEP.	RECH.	ACEP.	RECH.		ACEP.
4"-WC-402-106-1	J 18	0 - 5	4"	0,237"	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	NO	X		X					
4"-WC-402-106-1	J 18	5 - 10	4"	0,237"	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	NO	X		X					
4"-WC-402-106-1	J 18	10 - 0	4"	0,237"	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	NO	X		X					
4"-WC-402-106-2	J 11	0 - 5	4"	0,237"	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	NO	X		X					
4"-WC-402-106-2	J 11	5 - 10	4"	0,237"	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	NO	X		X					
4"-WC-402-106-2	J 11	10 - 0	4"	0,237"	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	NO	X		X					
4"-WC-402-108-1	J 14	0 - 5	4"	0,237"	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	NO	X		X					
4"-WC-402-108-1	J 14	5 - 10	4"	0,237"	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	NO	X		X					
4"-WC-402-108-1	J 14	10 - 0	4"	0,237"	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	NO	X		X					
4"-WC-402-107-2	J 13	0 - 5	4"	0,237"	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	NO	X		X					
4"-WC-402-107-2	J 13	5 - 10	4"	0,237"	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	NO	X		X					
4"-WC-402-107-2	J 13	10 - 0	4"	0,237"	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	NO	X		X					
4"-WC-402-107-1	J 25	0 - 5	4"	0,237"	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	NO	X		X					
4"-WC-402-107-1	J 25	5 - 10	4"	0,237"	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	NO	X		X					
4"-WC-402-107-1	J 25	10 - 0	4"	0,237"	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	NO	X		X					
4"-WC-402-108-2	J 13	0 - 5	4"	0,237"	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	NO	X		X					
4"-WC-402-108-2	J 13	5 - 10	4"	0,237"	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	NO	X		X					
4"-WC-402-108-2	J 13	10 - 0	4"	0,237"	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	P, S		X		X			POROSIDAD Y SOCAVACION	
2"-AG-402-106-1	J 09	0°	2"	0,154"	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	NO	X		X					
2"-AG-402-106-1	J 09	180°	2"	0,154"	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	NO	X		X					
Leyenda de Defecto:		FP:	Falta de penetración	IE:	Inclusión de escoria	GRT:	Grieta transversal										Q:	Quemadura			FM	Falta de material			
		FF:	Falta de Fusión	LE:	Línea de escoria	GRL:	Grieta longitudinal										HL:	Desalineamiento			SE:	Socavación externa			
		P:	Poros	PE:	Perforación	RC:	Raiz concava										DP:	Defecto de película			SI:	Socavación interna			
Leyenda de Calificación:		A:	Aprobado	R:	Rechazado	RD:	Reparar discontinuidad										CJ:	Cortar junta			RP:	Repetir película			
		Constructora Tampa, C.A.										CLIENTE													
		Construcción			Control de Calidad			Construcción			ACCC														
Nombre:		Idan Valera			Franklin Torrealba																				
Firma																									
Fecha:		20/07/2007			20/07/2007																				

## A-1. Reporte gammagráfico. Nº de control 001 (2/2)

		<b>SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD</b> Reporte Gammagráfico										Página: 2/2 Código: FOR-CCA-49 Edición: 1 Revisión: 1																				
PROYECTO:		OCEMI'S PETROZUATA								FECHA:		20/07/2007																				
OBRA:		CLUSTER LM-14				CONTRATO:				PZ-AMC-PIC-06-0709-02		Nº DE CONTROL:		001																		
WPS Nº:		TAMPA 002				CRITERIO DE ACEPTACION:				ANSI B31,3 NIVEL II:		FRANKLIN TORREALBA																				
Nº DE LINEA	Nº JUNTA	SECTOR	DIAM. (Pulg)	ES PESOR DE PARED (mm)	ESTAMPA SOLDADOR												DEFECTO	RADIOLOGO		EVALUACION TAMPA		CLIENTE		OBSERVACIONES								
					D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I		D	I	ACEP.	RECH.	ACEP.	RECH.		ACEP.	RECH.						
2"-AG-402-106-1	J 01	0°	2"	0,154"	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	NO	X			X			
2"-AG-402-106-1	J 01	180°	2"	0,154"	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	NO	X			X			
2"-AG-402-107-1	J 11	0°	2"	0,154"	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	NO	X			X			
2"-AG-402-107-1	J 11	180°	2"	0,154"	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	G023	NO	X			X			
																																
Leyenda de Defecto:		FP:	Falta de penetración	IE:	Inclusión de escoria	GRT:	Grieta transversal	Q:	Quemadura	FM:	Falta de material	FF:	Falta de Fusión	LE:	Línea de escoria	GRL:	Grieta longitudinal	HL:	Desalinamiento	SE:	Socavación externa	P:	Poros	PE:	Perforación	RC:	Raiz concava	DP:	Defecto de película	SI:	Socavación interna	
Leyenda de Calificación:		A:	Aprobado	R:	Rechazado	RD:	Reparar discontinuidad	CJ:	Cortar junta	RP:	Repetir película																					
<b>Constructora Tampa, C.A.</b>													<b>CLIENTE</b>																			
Construcción						Control de Calidad						Construcción						ACCC														
Nombre:		Idan Valera						Franklin Torrealba																								
Firma:																																
Fecha:		20/07/2007						20/07/2007																								
Esta página se considera copia controlada sólo si tiene el sello de identificación de la Empresa en color azul.																																

## A-2. Reporte gammagráfico. Nº de control 002 (1/2)

		<b>SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD</b>														Página: 1/2											
		Reporte Gammagráfico														Código: FOR-CCA-49											
																Edición: 1											
																Revisión: 1											
<b>PROYECTO:</b>		<b>OCEMI'S PETROZUATA</b>												<b>FECHA:</b>		<b>15/11/2007</b>											
<b>OBRA:</b>		<b>CLUSTER LM-14</b>				<b>CONTRATO:</b>				<b>PZ-AMC-PIC-06-0709-02</b>				<b>Nº DE CONTROL:</b>		<b>002</b>											
<b>WPS Nº:</b>		<b>TAMPA 002</b>				<b>CRITERIO DE ACEPTACION:</b>				<b>ANSI B31.3 NIVEL II:</b>				<b>FRANKLIN TORREALBA</b>													
Nº DE LINEA	Nº JUNTA	SECTOR	DIAM. (Pulg)	ESPESOR DE PARED (mm)	ESTAMPA SOLDADOR												DEFECTO	RADIOLOGO		EVALUACION TAMPA		CLIENTE		OBSERVACIONES			
					D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I		ACEP.	RECH.	ACEP.	RECH.	ACEP.	RECH.				
4" WC 402 106 1	J17	0 - 5	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	S		X		X					SOCAVACIÓN
4" WC 402 106 1	J17	5 - 10	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X			X					
4" WC 402 106 1	J17	10 - 0	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X			X					
2" AG 402 106 1	J1A	0º	2"	0,154"	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X			X					
2" AG 402 106 1	J1A	90º	2"	0,154"	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X			X					
2" AG 402 106 1	J11	0º	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X			X					
2" AG 402 106 1	J11	90º	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X			X					
4" WC 402 107 2	J9	0 - 10	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X			X					
4" WC 402 107 2	J9	5 - 10	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X			X					
4" WC 402 107 2	J9	10 - 0	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X			X					
2" AG 402 107 1	J1	0º	2"	0,154"	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X			X					
2" AG 402 107 1	J1	90º	2"	0,154"	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X			X					
4" WC 402 108 1	J23	0 - 10	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X			X					
4" WC 402 108 1	J23	5 - 10	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X			X					
4" WC 402 108 1	J23	10 - 0	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X			X					
4" WC 402 108 1	J17	0 - 10	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X			X					
4" WC 402 108 1	J17	5 - 10	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X			X					
4" WC 402 108 1	J17	10 - 0	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X			X					
4" WC 402 108 1	J10	0 - 10	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X			X					
4" WC 402 108 1	J10	5 - 10	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X			X					
4" WC 402 108 1	J10	10 - 0	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X			X					
2" AG 402 108 1	J15	0º	2"	0,154"	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X			X					
2" AG 402 108 1	J15	90º	2"	0,154"	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X			X					
<b>Leyenda de Defecto:</b>		FP:	Falta de penetración	IE:	Inclusión de escoria	GRT:	Grieta transversal											Q:	Quemadura	FM:	Falta de material						
		FF:	Falta de Fusión	LE:	Línea de escoria	GRL:	Grieta longitudinal											HL:	Desalineamiento	SE:	Socavación externa						
		P:	Poros	PE:	Perforación	RC:	Raiz concava											DP:	Defecto de película	SI:	Socavación interna						
<b>Leyenda de Calificación:</b>		A:	Aprobado	R:	Rechazado	RD:	Reparar discontinuidad											CJ:	Cortar junta	RP:	Repetir película						
		<b>Constructora Tampa, C.A</b>										<b>CLIENTE</b>															
		Construcción					Control de Calidad					Construcción					ACCC										
<b>Nombre:</b>		Idan Valera					Franklin Torrealba																				
<b>Firma</b>																											
<b>Fecha:</b>		15/11/2007					15/11/2007																				
Esta página se considera copia controlada sólo si tiene el sello de identificación de la Empresa en color azul.																											





### A-3. Reporte gammagráfico. Nº de control 003 (1/1)

CONSTRUCTORA TAMPA		SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD															Reporte Gammagráfico				Página: 1/1				
CONTRACTO:		OCEMI'S PETROZUATA															FECHA:				06/02/2008				
OBRA:		CLUSTER LM-14					CONTRATO:					PZ-AMC-PIC-06-0709-02					Nº DE CONTROL:				003				
WPS Nº:		TAMPA 002					CRITERIO DE ACEPTACIÓN:					ANSI B31.3 NIVEL II:					FRANKLIN TORREALBA								
Nº DE LINEA	Nº JUNTA	SECTOR	DIAM. (Pulg.)	ESPESOR DE PARED (mm)	ESTAMPA SOLDADOR												DEFECTO	RADIOLOGO		EVALUACION TAMPA		CLIENTE		OBSERVACIONES	
					D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I		D	I	ACEP.	RECH.	ACEP.	RECH.		ACEP.
2"-AG-402-125-1	J 1	0°	2"	0,154"	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	NO	X		X				
2"-AG-402-125-1	J 1	90°	2"	0,154"	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	NO	X		X				
2"-AG-402-125-1	J 3	0°	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
2"-AG-402-125-1	J 3	90°	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
2"-AG-402-125-1	J 4	0°	2"	0,154"	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	NO	X		X				
2"-AG-402-125-1	J 4	90°	2"	0,154"	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	NO	X		X				
2"-AG-402-125-1	J 18	0°	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
2"-AG-402-125-1	J 18	90°	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
2"-AG-402-127-1	J 1	0°	2"	0,154"	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	NO	X		X				
2"-AG-402-127-1	J 1	90°	2"	0,154"	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	NO	X		X				
2"-AG-402-127-1	J 13	0°	2"	0,154"	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	NO	X		X				
2"-AG-402-127-1	J 13	90°	2"	0,154"	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	O20	IE		X		X			INCLUSIÓN DE ESCORIA
2"-AG-402-125-1	J 9	0°	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
2"-AG-402-125-1	J 9	90°	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
2"-AG-402-125-1	J 8	0°	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
2"-AG-402-125-1	J 8	90°	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
2"-AG-402-125-1	J 18	0°	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
2"-AG-402-125-1	J 18	90°	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
Leyenda de Defecto:		FP:	Falta de penetración	IE:	Inclusión de escoria	GRT:	Grieta transversal	Q:	Quemadura	FM:	Falta de material														
		FF:	Falta de Fusión	LE:	Línea de escoria	GRL:	Grieta longitudinal	HL:	Desalinamiento	SE:	Socavación externa														
		P:	Poros	PE:	Perforación	RC:	Raiz cóncava	DP:	Defecto de película	SI:	Socavación interna														
Leyenda de Calificación:		A:	Aprobado	R:	Rechazado	RD:	Reparar discontinuidad	CJ:	Cortar junta	RP:	Repetir película														
		Constructora Tampa, C.A.					CLIENTE																		
		Construcción					Control de Calidad					Construcción					ACCC								
Nombre:		Idan Valera					Franklin Torrealba																		
Firma:																									
Fecha:		06/02/2008					06/02/2008																		

Esta página se considera copia controlada sólo si tiene el sello de identificación de la Empresa en color azul.

### A-4. Reporte gammagráfico. Nº de control 004 (1/1)

CONSTRUCTORA TAMPA		SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD														Página: 1/1									
		Reporte Gammagráfico														Código: FOR-CCA-49									
																Edición: 1									
																Revisión: 1									
PROYECTO:		OCEMI'S PETROZUATA										FECHA:				08/02/2008									
OBRA:		CLUSTER LM-14				CONTRATO:				PZ-AMC-PIC-06-0709-02				Nº DE CONTROL:				004							
WPS Nº:		TAMPA 002				CRITERIO DE ACEPTACION:				ANSI B31.3 NIVEL II:				FRANKLIN TORREALBA											
Nº DE LINEA	Nº JUNTA	SECTOR	DIAM. (Pulg)	ESPESOR DE PARED (mm)	ESTAMPA SOLDADOR												DEFECTO	RADIOLOGO		EVALUACION TAMPA		CLIENTE		OBSERVACIONES	
					D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I		D	I	ACEP.	RECH.	ACEP.	RECH.		ACEP.
4"-WC-402-127-2	J 7	0 - 5	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	P		X		X			POROSIDAD
4"-WC-402-127-2	J 7	5 - 10	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
4"-WC-402-127-2	J 7	10 - 0	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
4"-WC-402-127-2	J 15	0 - 5	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	P		X		X			POROSIDAD
4"-WC-402-127-2	J 15	5 - 10	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X		X				
4"-WC-402-127-2	J 15	10 - 0	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X		X				
4"-WC-402-125-2	J 12	0 - 5	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	P		X		X			POROSIDAD
4"-WC-402-125-2	J 12	5 - 10	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X		X				
4"-WC-402-125-2	J 12	10 - 0	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X		X				
4"-WC-402-125-1	J 18	0 - 5	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	IE		X		X			INCLUSIONES DE ESCORIA
4"-WC-402-125-1	J 18	5 - 10	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
4"-WC-402-125-1	J 18	10 - 0	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
4"-WC-402-127-1	J 16	0 - 5	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
4"-WC-402-127-1	J 16	5 - 10	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
4"-WC-402-127-1	J 16	10 - 0	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
2" AG 402 109 1	J 1	0°	2"	0,154"	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X		X				
2" AG 402 109 1	J 1	90°	2"	0,154"	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X		X				
2" AG 402 109 1	J 13	0°	2"	0,154"	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X		X				
2" AG 402 109 1	J 13	90°	2"	0,154"	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X		X				
4"-WC-402-109-1	J 1	0 - 5	2"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X		X				
4"-WC-402-109-1	J 1	5 - 10	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X		X				
4"-WC-402-109-1	J 1	10 - 0	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X		X				
Leyenda de Defecto:		FP:	Falta de penetración	IE:	Inclusión de escoria	GRT:	Grieta transversal	Q:	Quemadura	FM:	Falta de material														
		FF:	Falta de Fusión	LE:	Línea de escoria	GRL:	Grieta longitudinal	HL:	Desaliniamiento	SE:	Socavación externa														
		P:	Poros	PE:	Perforación	RC:	Raíz cóncava	DP:	Defecto de película	SI:	Socavación interna														
Leyenda de Calificación:		A:	Aprobado	R:	Rechazado	RD:	Reparar discontinuidad	CJ:	Cortar junta	RP:	Repetir película														
		Constructora Tampa, C.A.						CLIENTE																	
		Construcción			Control de Calidad			Construcción			ACCC														
Nombre:	Idan Valera			Franklin Torrealba																					
Firma																									
Fecha:	08/02/2008			08/02/2008																					

### A-5. Reporte gammagráfico. Nº de control 005 (1/1)

CONSTRUCTORA		SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD														Página: 1/1										
TAMPA		Reporte Gammagráfico														Código: FOR-CCA-49										
		Reporte Gammagráfico														Edición: 1										
		Reporte Gammagráfico														Revisión: 1										
PROYECTO:		OCEMI'S PETROZUATA										FECHA:		14/02/2008												
OBRA:		CLUSTER LM-14				CONTRATO:				PZ-AMC-PIC-06-0709-02				Nº DE CONTROL:		005										
WPS Nº:		TAMPA 002				CRITERIO DE ACEPTACION:				ANSI B31.3				NIVEL II:		FRANKLIN TORREALBA										
Nº DE LINEA	Nº JUNTA	SECTOR	DIAM. (Pulg)	ESPESOR DE PARED (mm)	ESTAMPA SOLDADOR												DEFECTO	RADIOLOGO		EVALUACION TAMPA		CLIENTE		OBSERVACIONES		
					D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I		D	I	ACEP.	RECH.	ACEP.	RECH.		ACEP.	RECH.
2" AG 402 109 1	J 2	0°	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X					
2" AG 402 109 1	J 2	90°	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X					
2" AG 402 109 1	J 9	0°	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	FP		X		X				FALTA DE PENETRACION
2" AG 402 109 1	J 9	90°	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X					
2" AG 402 109 1	J 11	0°	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X					
2" AG 402 109 1	J 11	90°	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X					
2" AG 402 109 1	J 12	0°	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X					
2" AG 402 109 1	J 12	90°	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X					
4"-WC-402-109-2	J 8	5 - 10	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	C		X		X				CONCAVIDAD
4"-WC-402-109-2	J 8	10 - 0	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X					
4"-WC-402-109-2	J 8	0 - 5	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X					
4"-WC-402-109-2	J 9	5 - 10	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X					
4"-WC-402-109-2	J 9	10 - 0	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X					
4"-WC-402-109-2	J 9	0 - 5	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X					
4"-WC-402-109-1	J 20	5 - 10	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X					
4"-WC-402-109-1	J 20	10 - 0	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X					
4"-WC-402-109-1	J 20	0 - 5	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X					

<b>Leyenda de Defecto:</b>	FP: Falta de penetración	IE: Inclusión de escoria	GRT: Grieta transversal	Q: Quemadura	FM: Falta de material
	FF: Falta de Fusión	LE: Línea de escoria	GRL: Grieta longitudinal	HL: Desalineamiento	SE: Socavación externa
	P: Poros	PE: Perforación	RC: Raiz concava	DP: Defecto de película	SI: Socavación interna
<b>Leyenda de Calificación:</b>	A: Aprobado	R: Rechazado	RD: Reparar discontinuidad	CJ: Cortar junta	RP: Repetir película

	Constructora Tampa, C.A.			CLIENTE	
	Construcción	Control de Calidad	Construcción	ACCC	
<b>Nombre:</b>	Klan Valera	Franklin Torrealba			
<b>Firma</b>					
<b>Fecha:</b>	14/02/2008	14/02/2008			

Esta página se considera copia controlada sólo si tiene el sello de identificación de la Empresa en color azul.

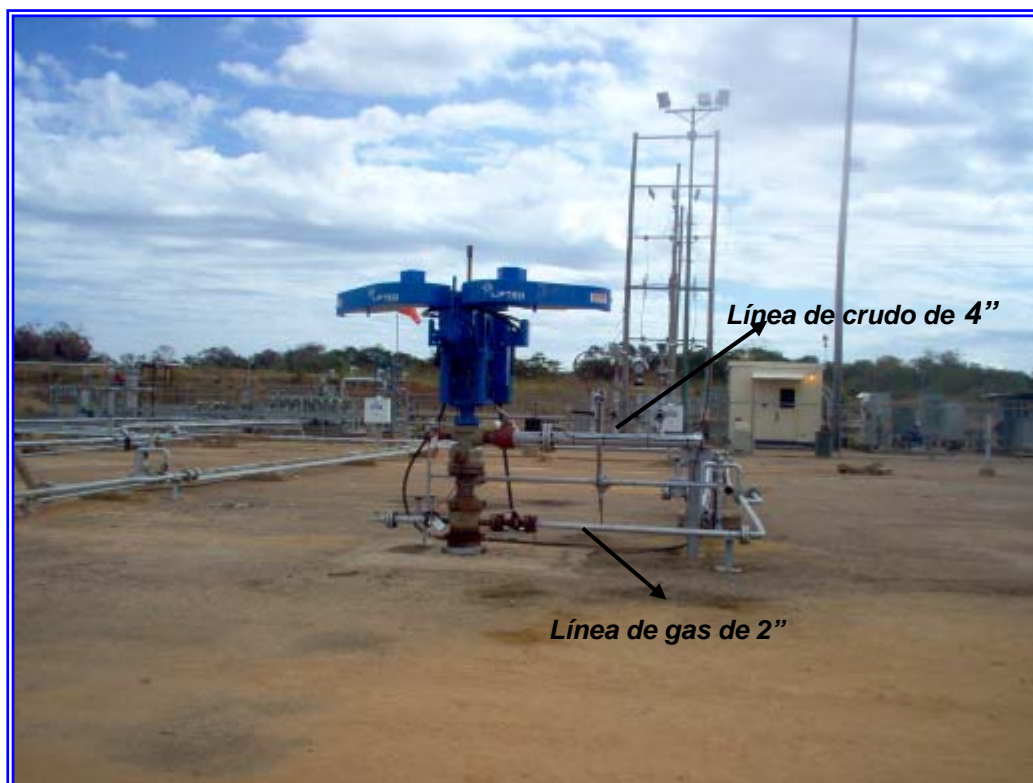
## A-6. Reporte gammagráfico. Nº de control 006 (1/1)

CONSTRUCTORA <b>TAMPA</b>		SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD														Página: 1/1 Código: FOR-CCA-49 Edición: 1 Revisión: 1										
		Reporte Gammagráfico																								
PROYECTO:		OCEMI'S PETROZUATA												FECHA:		15/02/2008										
OBRA:		CLUSTER LM-14				CONTRATO:				PZ-AMC-PIC-06-0709-02				Nº DE CONTROL:		006										
WPS Nº:		TAMPA 002				CRITERIO DE ACEPTACION:								ANSI B31.3		NIVEL II:		FRANKLIN TORREALBA								
Nº DE LINEA	Nº JUNTA	SECTOR	DIAM. (Pulg.)	ESPESOR DE PARED (mm)	ESTAMPA SOLDADOR												DEFECTO	RADIOLOGO		EVALUACION TAMPA		CLIENTE		OBSERVACIONES		
					D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I		D	I	ACEP.	RECH.	ACEP.	RECH.		ACEP.	RECH.
2" AG 402 127 1	J 3	0°	2"	0,154"	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	C		X		X			CONCAVIDAD
2" AG 402 127 1	J 3	90°	2"	0,154"	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X		X				
2" AG 402 127 1	J 12	0°	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
2" AG 402 127 1	J 12	90°	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
2" AG 402 127 1	J 19	0°	2"	0,154"	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X		X				
2" AG 402 127 1	J 19	90°	2"	0,154"	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X		X				
4"-WC-402-127-2	J 8	0 - 5	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
4"-WC-402-127-2	J 8	5 - 10	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
4"-WC-402-127-2	J 8	10 - 0	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
4"-WC-402-127-2	J 13	0 - 5	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X		X				
4"-WC-402-127-2	J 13	5 - 10	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X		X				
4"-WC-402-127-2	J 13	10 - 0	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO	X		X				
4"-WC-402-109-1	J 21	0 - 5	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
4"-WC-402-109-1	J 21	5 - 10	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
4"-WC-402-109-1	J 21	10 - 0	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
4"-WC-402-109-1	J 22	0 - 5	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
4"-WC-402-109-1	J 22	5 - 10	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
4"-WC-402-109-1	J 22	10 - 0	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
4"-WC-402-125-1	J 19	0 - 5	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
4"-WC-402-125-1	J 19	5 - 10	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
4"-WC-402-125-1	J 19	10 - 0	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO	X		X				
Legenda de Defecto:		FP:	Falta de penetración	IE:	Inclusión de escoria	GRT:	Grieta transversal	Q:	Quemadura	FM:	Falta de material															
		FF:	Falta de Fusión	LE:	Línea de escoria	GRL:	Grieta longitudinal	HL:	Desalinamiento	SE:	Socavación externa															
		P:	Poros	PE:	Perforación	RC:	Raiz concava	DP:	Defecto de película	SI:	Socavación interna															
Legenda de Calificación:		A:	Aprobado	R:	Rechazado	RD:	Reparar discontinuidad	CJ:	Cortar junta	RP:	Repetir película															
		Constructora Tampa, C.A.						CLIENTE																		
		Construcción			Control de Calidad			Construcción			ACCC															
Nombre:		Idan Valera			Franklin Torrealba																					
Firma:																										
Fecha:		15/02/2008			15/02/2008																					

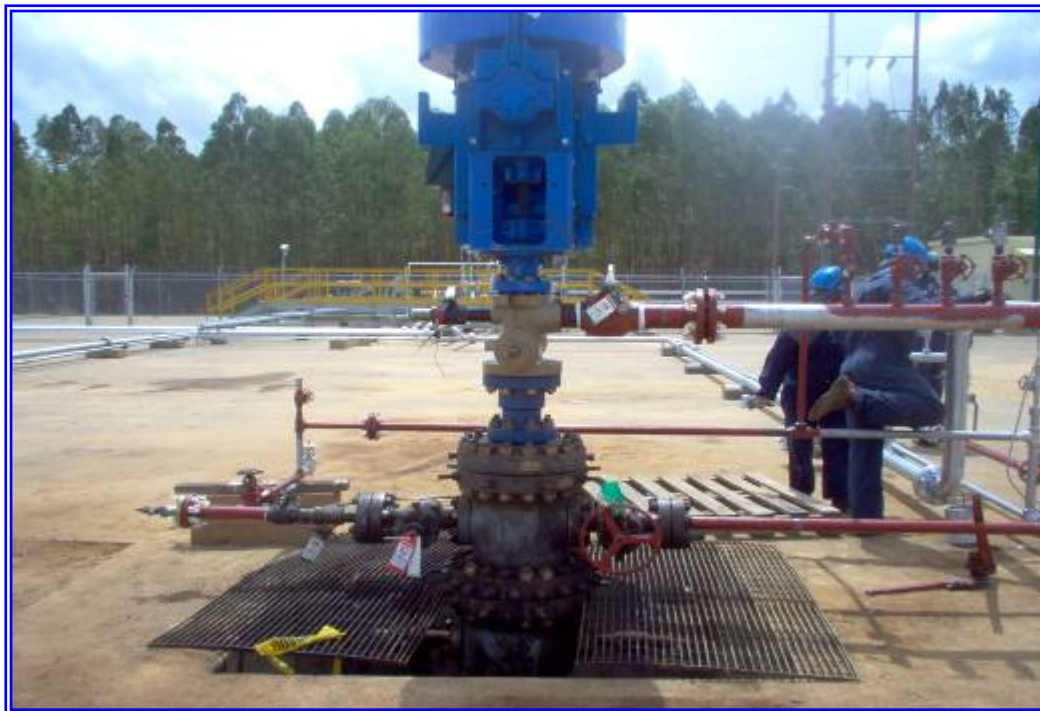
### A-7. Reporte gammagráfico. Nº de control 007 (1/1)

CONSTRUCTORA <b>TAMPA</b>		SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD														Página: 1/1									
Reporte Gammagráfico														Código: FOR-CCA-49											
Reporte Gammagráfico														Ejeción: 1											
Reporte Gammagráfico														Revisión: 1											
PROYECTO: OCEMI'S PETROZUATA										FECHA: 16/02/2008															
OBRA: CLUSTER LM-14					CONTRATO: PZ-AMC-PIC-06-0709-02					Nº DE CONTROL: 007															
WPS Nº:		TAMPA 002		CRITERIO DE ACEPTACION: ANSI B31.3 NIVEL II:								FRANKLIN TORREALBA													
Nº DE LINEA	Nº JUNTA	SECTOR	DIAM. (Pulg)	ES PESOR DE PARED (mm)	ESTAMPA SOLDADOR												DEFECTO	RADIOLOGO		EVALUACION TAMPA		CLIENTE		OBSERVACIONES	
					D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D	I		D	I	ACEP.	RECH.	ACEP.	RECH.		ACEP.
2" AG 402 125 1	J 2	0º	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO								
2" AG 402 125 1	J 2	90º	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO								
2" AG 402 125 1	J 8	0º	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO								
2" AG 402 125 1	J 8	90º	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO								
2" AG 402 125 1	J 11	0º	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO								
2" AG 402 125 1	J 11	90º	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO								
2" AG 402 125 1	J 10	0º	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	IE		X		X				INCLUSIONES DE ESCORI
2" AG 402 125 1	J 10	90º	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO								
2" AG 402 125 1	J 13	0º	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO								
2" AG 402 125 1	J 13	90º	2"	0,154"	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO								
4"-WC-402-125-2	J 13	0 - 5	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO								
4"-WC-402-125-2	J 13	5 - 10	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO								
4"-WC-402-125-2	J 13	10 - 0	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO								
4"-WC-402-125-2	J 14	0 - 5	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO								
4"-WC-402-125-2	J 14	5 - 10	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO								
4"-WC-402-125-2	J 14	10 - 0	4"	5,02	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	Q20	NO								
4"-WC-402-125-1	J 17	0 - 5	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	FF		X		X				FALTA DE FUSION
4"-WC-402-125-1	J 17	5 - 10	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO								
4"-WC-402-125-1	J 17	10 - 0	4"	5,02	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	U23	NO								
Legenda de Defecto:		FP:	Falta de penetración	IE:	Inclusión de escoria	GRT:	Grieta transversal	Q:	Quemadura	FM:	Falta de material														
		FE:	Falta de Fusión	LE:	Línea de escoria	GRL:	Grieta longitudinal	HL:	Desalineamiento	SE:	Socavación externa														
		P:	Poros	PE:	Perforación	RC:	Raiz concava	DP:	Defecto de película	SI:	Socavación interna														
Legenda de Calificación:		A:	Aprobado	R:	Rechazado	RD:	Reparar discontinuidad	CF:	Cortar junta	RP:	Repetir película														
Constructora Tampa, C.A.												CLIENTE													
Construcción						Control de Calidad						Construcción						ACCC							
Nombre:		Idan Valera						Franklin Torrealba																	
Firma																									
Fecha:		16/02/2008						16/02/2008																	

**ANEXO B**  
**CLUSTER LM-14, EQUIPOS, MAQUINARIAS Y**  
**HERRAMIENTAS**  
**POZO LM-14**



**CONEXIONADO DEL POZO**



**MAQUINA DE SOLDAR**





**HORNO DE PRESERVACIÓN DE ELECTRODO**



**GRAMPA**



**ANEXO C  
CODIGO ANSI B31.3, SECCION VI**

**ANEXO D  
CLÁCULO DE PORCENTAJE DE OCURRENCIA Y DE PORCENTAJE DE  
DEFECTO**

Cálculo para cada porcentaje total de ocurrencia de los defectos:

↳ Porcentaje total de porosidad:

$$\% = \frac{4}{13} \times 100\% = 31\%$$

↳ Porcentaje total de inclusiones de escoria:

$$\% = \frac{3}{13} \times 100 = 23\%$$

↳ Porcentaje total de concavidad:

$$\% = \frac{2}{13} \times 100 = 15\%$$

↳ Porcentaje total de socavación:

$$\% = \frac{2}{13} \times 100 = 15\%$$

↳ Porcentaje total de falta de penetración:

$$\% = \frac{1}{13} \times 100 = 8\%$$

↳ Porcentaje total de falta de fusión:

$$\% = \frac{1}{13} \times 100 = 8\%$$

↳ Porcentaje total de grietas:

$$\% = \frac{0}{13} \times 100 = 0\%$$

Cálculo del porcentaje de defecto por mes:

↳ Porcentaje de defectos del mes de Julio 2007:

$$\% = \frac{2}{9} \times 10\% = 2,22\%$$

↳ Porcentaje de defectos del mes de Noviembre 2007:

$$\% = \frac{1}{17} \times 10\% = 0,58\%$$

↳ Porcentaje de defectos del mes de Febrero 2008:

$$\% = \frac{10}{40} \times 10\% = 2,50\%$$

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

<b>TÍTULO</b>	<b>PROPUESTA DE MEJORAS EN LOS TRABAJOS DE SOLDADURA REALIZADOS EN CONSTRUCTORA TAMPA C.A.</b>
<b>SUBTÍTULO</b>	

**AUTOR (ES):**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>CÓDIGO CULAC / E MAIL</b>
Hernández Salazar, Hilda Carolina	<b>CVLAC:</b> 16.571.929 <b>E MAIL:</b> hildacarolina_69@hotmail.com
	<b>CVLAC:</b> <b>E MAIL:</b>
	<b>CVLAC:</b> <b>E MAIL:</b>
	<b>CVLAC:</b> <b>E MAIL:</b>

**PALÁBRAS O FRASES CLAVES:**

Soldadura de tubería

Electrodo

Pozo

Calidad

Inspección

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

ÁREA	SUBÁREA
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Ingeniería Industrial

**RESUMEN (ABSTRACT):**

En el presente trabajo de investigación se realizó un estudio del proceso de soldadura de tubería ejecutado en Constructora Tampa C.A., con la finalidad de plantear propuestas para minimizar los defectos de la referida soldadura. Se seleccionó este problema debido a que se estaba presentando un elevado índice de rechazo, que traía como consecuencia el retrabajo y, por ende, el aumento de los costos. Primeramente se realizaron observaciones directas en el área de estudio, con la finalidad de investigar las condiciones en las cuales se llevan a cabo los trabajos de soldadura de tubería, de manera que se identificara de dónde se originan los defectos de la soldadura. Para esto se utilizaron técnicas estadísticas, tales como: diagrama de flujo, diagrama de causa – efecto, diagrama de Pareto y la gráfica de control. De este modo se detectaron las causas más relevantes de los defectos de soldadura, hacia las cuales están dirigidas las propuestas de mejoras que permitirán solventar la problemática del estudio.

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:****CONTRIBUIDORES:**

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU X	JU
Barrios, Alirio	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
Moy, José	ROL	CA	AS	TU	JU X
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
Carvajal, Gustavo	ROL	CA	AS	TU	JU X
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				

**FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:**

AÑO	MES	DÍA
2009	08	07

**LENGUAJE. SPA**

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:****ARCHIVO (S):**

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS. Propuesta de mejoras en los trabajos de soldadura realizados en Constructora Tampa C.A.doc	Aplicación/msword

**CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS:** A B C D E  
 F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z . a b c d e f g h i j k l m n o p q r s  
 t u v w x y z . 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

**ALCANCE**

**ESPACIAL:** Propuesta de mejoras en los trabajos de soldadura realizados en Constructora Tampa C.A. (OPCIONAL)

**TEMPORAL:** 6 meses (OPCIONAL)

**TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:**

Ingeniero Industrial

**NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:**

Pregrado

**ÁREA DE ESTUDIO:**

Departamento de Sistemas Industriales

**INSTITUCIÓN:**

Universidad de Oriente. Núcleo de Anzoátegui

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:****DERECHOS**

De acuerdo al artículo 44 del reglamento de trabajo de grado:

“Los trabajos de grado son de exclusiva propiedad de la Universidad y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, el cual lo participara al Consejo Universitario”.

---

Hernández Salazar, Hilda Carolina

**AUTOR**

---

Alirio Barrios

**ASESOR**

---

José, Moy

**JURADO**

---

Gustavo, Carvajal

**JURADO**

---

Rodríguez, Yanitza

**POR LA SUBCOMISION DE TESIS**