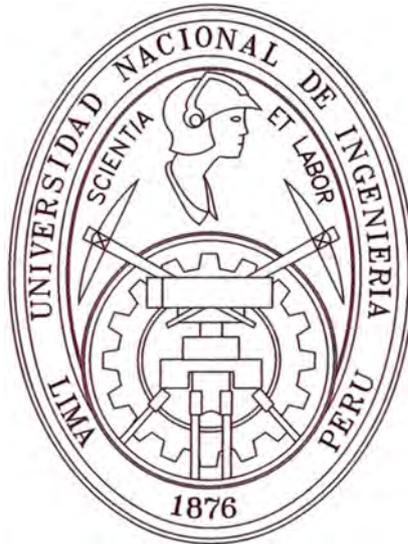


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**METODOLOGÍA DE FABRICACION DE UNA CELDA DE  
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, PMH-4000**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECANICO**

**CÉSAR EFRAÍN BARZOLA CORDERO**

**PROMOCION 2006-I**

**LIMA-PERU**

**2010**

Con todo cariño a

Mis padres:

Teodoro Barzola H.  
Alejandrina Cordero G.

Hermanos.

Melliza Huerta T.

IMECON S.A.

Y a nuestra querida alma mater, UNI

## CONTENIDO

<b>Prólogo</b>	1
<b>Capítulo I Introducción</b>	<b>3</b>
1.1 Antecedentes	3
1.2 Objetivo	4
1.3 Justificación	4
1.4 Alcances	5
1.5 Limitaciones	5
<b>Capítulo II Marco teórico</b>	<b>6</b>
2.1 Glosario de términos	6
2.2 Plan de gestión de la calidad	6
2.2.1 Objetivo	6
2.2.2 Organización	7
2.2.3 Procedimientos operativos de calidad	7
2.2.3.1 Control de documentos y datos	7
2.2.3.1.1 Control de Documentación	8
2.2.3.1.2 Control de Registros de Calidad	8
2.2.3.2 Adquisiciones	8
2.2.3.2.1 Control de materiales críticos a proveedores	9
2.2.3.2.2 Control de material suministrado por el cliente	10
2.2.3.3 Identificación y trazabilidad del producto	10
2.2.3.4 Manipulación y almacenamiento	10
2.2.3.5 Control de instrumentos y/o equipos de medición y seguimiento	11

2.2.3.6 Recursos humanos .....	11
2.2.3.6.1 Entrenamiento, capacitación y calificación .....	12
2.2.3.7 Tratamiento de no conformidades .....	12
2.3 Generalidades sobre metodología de fabricación de una celda de tratamiento de aguas residuales .....	13
2.3.1 Materiales .....	14
2.3.1.1 Perfiles y planchas: .....	14
2.3.1.2 Pernos, tuercas y arandelas .....	14
2.3.1.2.1 Pernos .....	14
2.3.1.2.2 Tuercas .....	14
2.3.1.2.3 Arandelas .....	14
2.3.2 Soldadura .....	14
2.3.3 Instructivo de WPS, PQR y WPQ .....	15
2.3.3.1 Objetivo y alcance .....	15
2.3.3.2 Documentos de referencia .....	15
2.3.3.3 Definiciones .....	15
2.3.4 Corte de planchas .....	16
2.3.5 Protección de superficie: .....	16
2.3.5.1 Arenado .....	16
2.3.5.1.1 Requisitos .....	17
2.3.5.1.1.1 Granalla .....	17
2.3.5.1.1.2 Aire Comprimido .....	19
2.3.5.1.1.3 Reactivo de inspección .....	19
2.3.5.1.1.4 Condiciones ambientales .....	19
2.3.5.1.1.5 Planta de granallado .....	19
2.3.5.1.2 Inspección y Pruebas .....	19

2.3.5.1.3 Equivalencia entre Normas .....	20
2.3.5.2 Pintura .....	20
2.3.5.2.1 Materiales .....	20
2.3.5.2.2 Características físicas y químicas .....	21
2.3.5.2.2.1 Pinturas a base de resinas	
epoxi poliamida (Amercoat 71) .....	21
2.3.5.2.2.1.1 Usos típicos .....	21
2.3.5.2.2.1.2 Datos físicos .....	21
2.3.5.2.2.2 Pintura epoxica (Amerlock 400) .....	22
2.3.5.2.2.2.1 Usos típicos .....	22
2.3.5.2.2.2.2 Datos físicos .....	22
2.3.5.2.2.3 Pintura coaltar epoxi amina (Amercoat 78 HB)	22
2.3.5.2.2.3.1 Usos típicos .....	23
2.3.5.2.2.3.2 Datos físicos .....	23
2.3.6 Proceso de fabricación: .....	24
2.3.6.1 Procedimiento de gestión de	
aseguramiento y control de la calidad .....	24
2.3.6.2 Procedimiento de control de	
dispositivos de seguimiento y medición .....	26
2.3.6.3 Procedimiento de calificación	
del procedimiento de soldadura .....	27
2.3.6.4 Procedimiento de calificación de soldadores .....	28
2.3.6.5 Procedimiento de inspección en la	
recepción de materiales y equipos .....	29

2.3.6.6 Procedimiento de identificación y trazabilidad	
de materiales y equipos .....	30
2.3.6.7 Procedimiento de inspección de procesos productivos	31
2.3.6.8 Procedimiento de entrega del dossier de calidad	32
2.3.7 Pruebas no destructivas:	33
2.3.7.1 Inspección visual.	33
2.3.7.2 Inspección por tintes penetrantes.	33
2.3.7.2.1 Documentos de referencia .....	34
2.3.7.2.2 Aplicación del penetrante .....	34
2.3.7.2.3 Limpieza del exceso de penetrante .....	34
2.3.7.2.4 Secado de la superficie .....	34
2.3.7.2.5 Aplicación del revelador .....	34
2.3.7.2.6 Interpretación y evaluación de indicaciones .....	34
2.3.7.3 Prueba de vacío. ....	35
2.3.7.3.1 Documentos de referencia .....	35
2.3.7.3.2 Ejecución de la prueba .....	35
2.3.7.3.3 Criterios de aceptación .....	35
2.3.7.4 Pruebas de estanqueidad. ....	35
2.3.7.4.1 Documentos de referencia .....	35
2.3.7.4.2 Ejecución de la prueba .....	36
2.3.7.4.3 Criterios de aceptación .....	37
<b>Capítulo III Gestión de la calidad .....</b>	<b>38</b>
3.1 Introducción .....	38
3.2 Misión y visión (de IMECON S.A.) .....	38

3.2.1 Misión	38
3.2.2 Visión	39
3.3 Organización	39
3.4 Métodos de inspección en la recepción de materiales	40
3.4.1 Objetivo	40
3.4.2 Alcance	40
3.4.3 Desarrollo	40
3.4.3.1 Método documental	40
3.4.3.2 Método Visual	41
3.4.3.3 Método Instrumental	41
3.5 Métodos de control dimensional	42
3.5.1 Objetivo y alcance	42
3.5.2 Referencia	42
3.5.3 Método	42
3.5.3.1 General	42
3.5.3.2 Actividades previas	43
3.6 Instructivo de trabajo de soldadura en taller	43
3.6.1 Objetivo y alcance	43
3.6.2 Documentos de referencia	43
3.6.3 Método	43
3.6.3.1 Planificación de los trabajos de soldadura	43
3.6.3.2 Trabajos de soldadura en taller	44
3.6.3.3 Trazabilidad de las uniones soldadas	44
3.6.4 Inspección y ensayos	45

3.6.4.1 Inspección de soldadura .....	45
3.6.5 Condiciones de almacenamiento de electrodos .....	46
3.7 Plan de puntos de inspección (PPI) .....	46
<b>CAPITULO IV Metodología de fabricación .....</b>	<b>48</b>
4.1 Descripción .....	48
4.2 Materiales .....	48
4.2.1 Perfiles y Planchas .....	48
4.2.2 Pernos .....	49
4.2.3 Soldadura .....	50
4.3 Inspección y control de calidad de la soldadura .....	50
4.3.1 Inspección Visual .....	50
4.3.2 Tintes Penetrantes .....	50
4.4 Aplicación de la pintura en estructuras metálicas .....	51
4.4.1 Proceso de arenado o granallado .....	51
4.4.2 Proceso de pintado .....	51
4.5 Certificados de calidad .....	52
4.6 Procedimiento constructivo: fabricación .....	53
4.6.1 Cronograma .....	53
4.6.2 Diagrama de flujo .....	53
4.6.3 Planos de Taller y Erección .....	56
4.6.4 Tolerancias de fabricación .....	56
4.6.5 Logística .....	57
4.6.6 Proceso de Corte .....	57
4.6.7 Proceso de dobléz .....	57
4.6.8 Equipo Mínimo de Fabricación .....	58

4.6.9 Granallado .....	58
4.6.9.1 Equipo Mínimo de Granallado .....	58
4.6.10 Pintura .....	58
4.6.10.1 Consideraciones Generales .....	58
4.6.10.2 Sistema de protección superficial exterior .....	59
4.6.10.3 Sistema de protección superficial interior .....	59
4.6.10.4 Espesores y otros .....	60
4.6.10.4.1 Espesor de la película .....	60
4.6.10.4.2 Curado .....	60
4.6.10.4.3 Adherencia y corrosión .....	60
4.6.10.5 Inspección .....	61
4.6.10.6 Reparación de defectos y de daños .....	61
4.6.10.7 Equipo mínimo de Inspección .....	62
4.6.10.7.1 Condiciones ambientales .....	62
4.6.10.7.2 Medidor del espesor de pintura .....	62
4.6.11 Calificación de soldadores y procedimientos de soldadura .....	62
4.6.12 Ensamble de la celda .....	62
4.6.12.1 Primer paso .....	63
4.6.12.2 Segundo paso .....	64
4.6.12.3 Tercer paso .....	65
4.6.12.4 Cuarto paso .....	66
4.6.12.5 Quinto paso .....	69
4.6.12.6 Sexto paso .....	71
4.6.12.7 Séptimo paso .....	72

4.6.12.8	Octavo paso	74
4.6.12.9	Noveno paso.	75
4.6.12.10	Décimo paso	79
4.6.12.11	Décimo primer paso	79
4.6.12.12	Décimo segundo paso	81
4.7	Dossier de calidad	81
4.7.1	Objetivo y alcance	81
4.7.2	Método	81
4.7.2.1	General	81
4.7.2.2	Lista de verificación.	81
4.7.2.2.1	Control de documentos	81
4.7.2.2.2	Recepción de materiales	81
4.7.2.2.3	Trazabilidad	83
4.7.2.2.4	Control dimensional	83
4.7.2.2.5	Especificaciones de soldadura	83
4.7.2.2.6	Inspección visual de uniones soldadas	83
4.7.2.2.7	Inspección por ensayos no destructivos	84
4.7.2.2.8	Pruebas	84
4.7.2.2.9	Inspección de recubrimientos superficiales	84
4.7.2.2.10	Comentarios y recomendaciones	84
<b>CAPITULO V Costos</b>		<b>85</b>
5.1	Presupuesto de fabricación	85
5.1.1	Metrado de materiales	85

5.1.2	Análisis de precios .....	89
5.1.3	Resumen de precios .....	93
5.1.4	Gastos generales de taller .....	95
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>97</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>99</b>
<b>PLANOS</b>		<b>100</b>
<b>APÉNDICES .....</b>		<b>105</b>
Apéndice A	Registro de recepción de materiales .....	106
Apéndice B	Registro de reparación superficial y pintura .....	107
Apéndice C	Registro de prueba de vacío .....	108
Apéndice D	Registro de inspección por líquidos penetrantes	109
Apéndice E	Lista de procedimientos de soldadura .....	110
Apéndice F	Lista de soldadores calificados	111
Apéndice G	Prueba de estanqueidad	112

## PRÓLOGO

El propósito principal de este informe es mostrar como se realiza la construcción de una celda de tratamiento de aguas residuales. Con este fin se incluye en la exposición una buena cantidad de esquemas y fotografías tomados directamente del proceso de fabricación. En opinión del autor, a pesar de que existen procedimientos ya establecidos, en la mayoría de ellos no se proporciona al lector la difusión de imágenes o esquemas que lo ayuden a comprender mejor el procedimiento de fabricación.

Los apuntes y fotografías a partir de los cuales se elaboró este informe de suficiencia han sido tomados de uno de los diversos trabajos que realiza la metalmecánica IMECON S.A. donde laboro en la actualidad, como en este caso es la fabricación de celdas de tratamiento de aguas residuales.

El interés se centra en mostrar o introducir a los estudiantes de pre grado la metodología básica y procedimientos realizados en el campo laboral para realizar la fabricación de un equipo o estructura metálica, principalmente para la especialidad M3.

En el capítulo I se definen los antecedentes, objetivo, justificación, alcances y limitaciones para la realización del presente informe de suficiencia.

En el capítulo II se tratan los conceptos generales, la información documental y gráfica reunida para confeccionar el diseño metodológico del presente informe.

En el capítulo III se detalla sobre el plan de gestión de la calidad, escritos importantes para obtener resultados satisfactorios.

En el capítulo IV se detalla la metodología a realizar en la fabricación de la celda de tratamiento de aguas residuales.

En el capítulo V se muestra el tema de los costos referentes al proceso de fabricación. Aquí se muestra el presupuesto realizado para cubrir los gastos del proceso y obtener alguna utilidad de la misma.

En la realización de un informe de suficiencia o cualquier trabajo, son varias las personas que contribuyen, apoyan y ayudan a los autores de diferentes maneras, mi caso no fue la excepción y me siento agradecido por haber tenido a estas personas a mí alrededor.

César Barzola Cordero

Lima, Perú

# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCION**

### **1.1 ANTECEDENTES:**

Una empresa dedicada al tratamiento de aguas en la necesidad de implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales recurre a la empresa IMECON S.A. para en conjunto dar una solución, ellos cuentan con la arquitectura de la celda e IMECON S.A. proporcionará la ingeniería de detalle y procedimiento de fabricación. Al producto final lo denominarán CELDA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PMH-XXXX, donde las “xxxx” representarán el flujo de agua residual que circula expresado en galones por día, por ejemplo la PMH-4000 tiene un flujo de 40000 gpd (150 m<sup>3</sup>/día).

En la actualidad se han fabricado más de 10 plantas de tratamiento de aguas residuales móviles de diferentes capacidades como: PMH-150, PMH-400, PMH-650, PMH-700, PMH-800, PMH-1600, PMH-2200, PMH-3000, PMH-4000.

Debido a su fácil traslado sin necesidad de construirlo en el lugar de operación, estas celdas son una alternativa para el mejor aprovechamiento del agua y también para minimizar el impacto ambiental producido por las aguas residuales.

## **1.2 OBJETIVO:**

Ejecutar la metodología de fabricación de una celda de tratamiento de aguas residuales PMH-4000 a partir de una ingeniería básica, la presente metodología estará acorde a las normas existentes (AWWA D-100, API 650) y especificaciones o requerimientos del cliente.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN:**

Debido a la escasez de agua que se experimenta en varios lugares de nuestro territorio, el agotamiento del recurso hídrico a nivel mundial y por la contaminación que genera desechar aguas residuales no tratadas; se ve la necesidad de contar con equipos que contribuyan a minimizar el impacto ambiental y la escasez de agua.

En las comunidades campesinas y campamentos mineros se requiere un sistema de tratamiento de aguas residuales que ayude a minimizar los efectos de la contaminación y aparición de focos infecciosos debido a las aguas servidas desechadas sin tratamiento alguno. Contando con un sistema de limpieza, las aguas residuales pueden ser o son utilizadas para el riego de las carreteras, lo cual se realiza con bastante frecuencia en los campamentos mineros; en las comunidades campesinas estas aguas tratadas son utilizadas para el riego de los cultivos, de ésta manera según sea la necesidad de la población o personas la implementación de celdas de tratamiento de aguas residuales es una alternativa para minimizar la contaminación ambiental y reutilizar un recurso hídrico que está en escasez.

Desde el punto de vista de una empresa se observa la necesidad de ver realizado su proyecto el cual le genere utilidades y a la vez contribuya con la sociedad por lo cual busca quien lo fabrique respetando o utilizando las normas de construcción requeridas.

#### **1.4 ALCANCES:**

El presente informe consiste en realizar o mostrar la metodología de fabricación de una celda de tratamiento de aguas residuales, en especial de una PMH-4000, esta celda procesa 40 000 galones por día. Esta celda sólo cuenta con la ingeniería básica que la proporciona el cliente y nosotros nos encargaremos de desarrollar la metodología de fabricación para lograr un producto final que satisfaga los requerimientos para su funcionamiento y también los requerimientos del cliente.

La presentación de la metodología lo realizaremos mediante las fases del proceso ayudado con fotos tomadas durante el proceso de fabricación y también con el software de diseño AUTOCAD 2009.

#### **1.5 LIMITACIONES:**

El presente informe no incluye la presentación de cálculos de diseño, memorias descriptivas, información del proceso de purificación del agua, descripción de equipos ajenos a la parte estructural de la celda de tratamiento.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 GLOSARIO DE TERMINOS:**

- ASME      Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos
- AWS      Sociedad Americana de Soldadura
- NDT      Ensayo no destructivo
- WPS      Especificación de procedimiento de soldadura
- WPQ      Calificación de performance de soldador
- PQR      Registro de calificación de procedimiento
- QA/QC    Aseguramiento y control de calidad
- QC      Control de calidad
- PO      Orden de compra
- “OT”    Orden de trabajo del proyecto

#### **2.2 PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD:**

##### **2.2.1 Objetivo**

Específicamente, el sistema de calidad debe propender a:

- Reducir a un mínimo los trabajos defectuosos y/o que no cumplan con las exigencias del proyecto.

- Aumentar la eficiencia del personal
- Evitar las pérdidas de materiales y otros insumos.
- Lograr un uso racional de los equipos de construcción y montaje y evitar su deterioro.

El objetivo de fondo es lograr mayor rentabilidad a través de una reducción objetiva de costos y la plena satisfacción de los clientes.

### 2.2.2 Organización

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

### 2.2.3 Procedimientos operativos de calidad

Son aquellos procedimientos establecidos por la empresa constructora que permitirá un adecuado control de las especificaciones de los materiales, procesos productivos y pruebas que garantizan la calidad del producto.

#### 2.2.3.1 Control de documentos y datos

Toda la documentación empleada será organizada en forma sistemática, a fin de ordenar integralmente las actividades concernientes al objeto de contractual entre el cliente y la empresa constructora, se dará especial énfasis al

control de registros, emisión y distribución de todos los documentos resultantes de las actividades comprendidas en el plan de puntos de Inspección.

#### 2.2.3.1.1 Control de Documentación

El control de la revisión, aprobación e implementación de los documentos del Plan de Calidad garantizará que las actividades del proyecto se ejecutarán en concordancia con los documentos vigentes. Toda modificación debe seguir la misma secuencia de aprobación que el documento original para proceder luego a su implementación.

La aprobación de los documentos será realizada por el Gerente de Operaciones y comunicados a gestión de calidad para el control general del sistema.

#### 2.2.3.1.2 Control de Registros de Calidad

El ingeniero de control calidad mantendrá actualizado los registros en el Dossier de Calidad del proyecto. El Jefe de Control de calidad será responsable de disponer y mantener el dossier del proyecto hasta la entrega al cliente como parte de la entrega del producto.

El Dossier de calidad deberá ser mantenido y protegido por un período de cinco (05) años.

#### 2.2.3.2 Adquisiciones

Los materiales y/o consumibles críticos que afecten a la calidad del producto, serán adquiridos y recepcionados, previa verificación del cumplimiento

de los requisitos, especificaciones y normas indicadas en el contrato del proyecto.

Las adquisiciones de los materiales críticos para el desarrollo del proyecto serán realizadas a proveedores calificados y aprobados por IMECON S.A. según el procedimiento de evaluación de proveedores de materiales críticos, los cuales estarán en una lista de proveedores potenciales seleccionados por la empresa.

#### 2.2.3.2.1 Control de materiales críticos a proveedores

Los responsables del Proyecto, establecerán que productos serán suministrados por los proveedores, durante la fase de desarrollo del proyecto.

Los materiales críticos adquiridos serán verificados durante la recepción a fin de garantizar las características físicas y el cumplimiento de especificaciones técnicas, siendo responsable de esta actividad el Jefe de Aseguramiento de calidad y/o el Ing. QC.; de acuerdo al Procedimiento de Inspección en la Recepción de Materiales y Equipos.

Para la recepción de los materiales críticos, se verificará la conformidad de los siguientes documentos:

- Orden de Compra emitida por IMECON S.A.
- Guías de Remisión de los materiales críticos.
- Documentación de respaldo (certificados de calidad, certificados de calibración, Planos, etc.).

Los cuales formarán parte del Dossier de Calidad del Proyecto.

#### 2.2.3.2.2 Control de material suministrado por el cliente

Los materiales suministrados por el cliente, deben estar descritos en ~~una~~ guía de remisión o relación de Materiales, que permita su inspección física. El jefe de Aseguramiento de calidad y/o el Ing. QC registrará las condiciones en las que recibe el suministro y deberá informar y registrar cualquier desviación u observación al material suministrado.

#### 2.2.3.3 Identificación y trazabilidad del producto

La empresa constructora debe contar con un Procedimiento de Identificación y Trazabilidad para el control de materiales que serán utilizados en el proyecto bajo la premisa de mostrar el uso de materiales aprobados y liberados.

Asimismo, se llevará un control de los elementos suministrados por el cliente, considerando que aquellos satisfacen las especificaciones del proyecto.

#### 2.2.3.4 Manipulación y almacenamiento

La empresa constructora debe establecer dentro de su Sistema de Aseguramiento de la Calidad un instructivo de calidad que permita asegurar una adecuada manipulación y almacenamiento de los materiales y los productos terminados.

#### 2.2.3.5 Control de instrumentos y/o equipos de medición y seguimiento

Los instrumentos y/o equipos de medición utilizados para la inspección deberán estar calibrados y en condiciones de uso. La empresa constructora debe contar con un Instructivo de Control de Instrumentos y/o Equipos de Medición.

Los instrumentos y/o equipos de medición adquiridos a los proveedores deberán estar acompañados de su certificado de calibración así como también deben cumplir con las características técnicas.

El Ingeniero de calidad, revisará la vigencia de los certificados de calibración antes de proceder a las mediciones definitivas. Asimismo, se deberá verificar las condiciones ambientales adecuadas para el almacenaje de los instrumentos y/o equipos de medición, que por su precisión lo requieran. Sólo se utilizarán equipos que se encuentren dentro del periodo de calibración vigente.

#### 2.2.3.6 Recursos humanos

La empresa constructora debe tener como política de calidad asumir el desarrollo del proyecto con la participación de profesionales, técnicos y personal operario de excelente capacidad y experiencia. Se mantiene la evidencia objetiva de calificación del personal que realiza trabajos de supervisión, montaje, soldadura, ensayos no destructivos, inspecciones, etc.

Bajo estas consideraciones se garantiza la calidad de la mano de obra profesional y técnica. Además, de lo indicado se mantendrá un seguimiento del desempeño de todo el personal.

#### 2.2.3.6.1 Entrenamiento, capacitación y calificación

La empresa constructora a través de su Departamento de Recursos Humanos ha establecido dentro del Sistema de Aseguramiento de la Calidad evaluaciones de desempeño semestrales que le permite identificar las necesidades de capacitación del personal en todos los niveles de la empresa. Asimismo, el personal que conforma la organización del proyecto es calificado y cumple con el perfil de puesto requerido para el desempeño de las funciones establecidas. En el caso de presentarse alguna necesidad de capacitación, se plantearán actividades específicas destinadas a lograr la requerida en todos los aspectos de calidad en el proyecto.

#### 2.2.3.7 Tratamiento de no conformidades

El Sistema de Aseguramiento de la Calidad de La empresa constructora debe establecer el control de todos aquellos elementos que no cumplan con los requisitos especificados para el proyecto, los cuales dependiendo de su situación, serán identificados y separados temporal o definitivamente basándose en la disposición que emita el Ingeniero de Calidad, las resoluciones ha adoptar por el Ing. QC estarán plenamente establecidas en el procedimiento de Productos No Conformes.

### **2.3 GENERALIDADES SOBRE METODOLOGÍA DE FABRICACIÓN DE UNA CELDA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES:**

En el mundo existen diversos tipos de celdas de tratamiento de aguas residuales. La variedad va desde el diseño, forma o tamaño, unas son fabricadas de concreto y por consiguiente son estacionarias, pero otras son fabricadas de planchas de acero al carbono donde pueden ser estacionarias o transportables; según sea el tamaño de la celda.

Para la construcción de celdas de concreto se usan diversas normas las cuales cubren las necesidades para su construcción, entre los principales materiales están el concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  el cual va reforzado con una armadura de acero corrugado de  $f_y = 4,200.00 \text{ kg/cm}^2$ ; éstos utilizan un encofrado caravista para mejorar su arquitectura interna como externa.

Las construcciones de tanques o recipientes de acero al carbono cumplen los siguientes reglamentos o normas:

API	American Petroleum Institute
AWWA	American Water Works Association
ANSI	American National Standards Institute
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society of Testing Materials
AWS	American Welding Society
DIN	Deutsches Institut für Normung

### 2.3.1 Materiales

Todos los materiales usados se ajustaron a la Norma ANSI, ASTM o DIN según sea su requerimiento.

#### 2.3.1.1 Perfiles y planchas:

Norma: ASTM A-36.

#### 2.3.1.2 Pernos, tuercas y arandelas:

##### 2.3.1.2.1 Pernos:

Norma Dimensional: ANSI/ASME B18.2.1

Norma Ensayos Mecánicos: ASTM A-307

##### 2.3.1.2.2 Tuercas:

Norma Dimensional: ANSI/ASME B18.2.2

Norma Ensayos Mecánicos: ASTM A194/A194M, DIN 934

##### 2.3.1.2.3 Arandelas:

Norma Dimensional: ANSI/ASME B18.2.1

Norma Ensayos Mecánicos: ASTM F-436, DIN 125

### 2.3.2 Soldadura

El alambre sólido y electrodos de soldadura fueron: ER70S6, E-6011 cellocord.

- Clasificación AWS: ER 70S-6
- Especificación AWS: A 5.18

Diámetro: 1.0 mm

### 2.3.3 Instructivo de WPS, PQR y WPQ

#### 2.3.3.1 Objetivo y alcance

El objetivo de este instructivo es establecer la metodología que será observada antes de iniciar cualquier proceso de soldadura en taller y obra.

El alcance de este procedimiento abarca toda actividad de soldadura que forma parte del proyecto a desarrollar por IMECON S.A.

#### 2.3.3.2 Documentos de referencia

- AWS D1.1 – ED. 2006
- API 650
- ASME SECCIÓN VIII
- ASME SECCIÓN IX

#### 2.3.3.3 Definiciones

**WPS:** Es la especificación del procedimiento de soldadura. Es un documento que establece las variables de soldadura requeridas para una aplicación específica que permita asegurar la repetibilidad por soldadores y operadores de soldadura apropiadamente entrenados.

**PQR:** Es el archivo de calificación del procedimiento de soldadura. Registra las variables de soldadura usadas para producir una junta soldada aceptable y los resultados de las pruebas conducidas califican la especificación del procedimiento de soldadura.

**WPQ:** Es la calificación del desempeño del soldador. Es la demostración de la habilidad del soldador para producir juntas soldadas de acuerdo a las exigencias prescritas en los estándares.

**SOLDADOR CALIFICADO:** Es aquel soldador que cumple con los requisitos y exigencias establecidas en los procedimientos de soldadura para producir juntas soldadas aceptables y que ha demostrado su habilidad en el proceso de calificación.

#### 2.3.4 Corte de planchas

Las planchas fueron cortadas con cizallas o con el sistema del oxicorte (pantógrafo CNC), no se uso otro sistema de corte, cumpliendo con las normas AWS- D, 1-72.

#### 2.3.5 Protección de superficie:

Para lograr la performance esperada del sistema de pintura es esencial que las superficies a ser pintadas se preparen adecuadamente. Las superficies deberán estar siempre completamente secas y libres de rebabas, derrames de soldadura, escorias, oxidación, escamas sueltas, suciedad, polvo, grasa, aceite y todo otro material extraño antes de la aplicación de la pintura. El grado de preparación de la superficie es el indicado en este informe.

##### 2.3.5.1 Arenado

La preparación de las superficies de acero, previa a la aplicación de pintura, se efectuará por el procedimiento de “arenado al metal blanco”, según norma SSPC-SP-5 del Steel Structures Painting Council (SSPC). Alternativamente podrá usarse el arenado con escoria o granallado.

Para éste procedimiento nosotros utilizaremos el proceso de granallado

Se denomina “granallado al metal blanco” al procedimiento de limpieza de superficies de acero mediante la proyección de un chorro de partículas de acero impulsado por aire comprimido, prolongado hasta que la superficie presente un

color uniforme gris blanco con brillo metálico, sin zonas oscuras u opacas. De este modo se eliminan el óxido, grasa, polvo suciedad, escorias de soldadura, pintura antigua y cualquier otra sustancia que pueda afectar la adherencia de la pintura.

Además al producir determinado grado de rugosidad en la superficie, facilita la impregnación de la pintura y mejora su adhesión.

La estructura granallada deberá ser inmediatamente pintada de acuerdo a las recomendaciones proporcionadas por el fabricante de la pintura. No podrá quedarse a la intemperie sin pintar, debido a que inmediatamente se inicia el proceso de oxidación como consecuencia de la intemperie o del aire marino, en cuyo caso tendría que volverse a efectuar el procedimiento de granallado.

#### 2.3.5.1.1 Requisitos

##### 2.3.5.1.1.1 Granalla

**Esférica:** La granalla esférica de acero al carbono está sometida a tratamiento térmico con objeto de conseguir una microestructura que garantice una dureza media de 45 Rockwell C.

**Angular:** La granalla angular de acero al carbono se obtiene a partir de la molturación de la granalla esférica, ver tabla 2.1 y dependiendo de su destino se presenta con 4 durezas distintas.

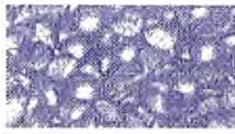
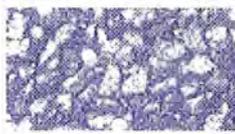
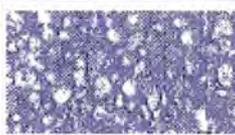
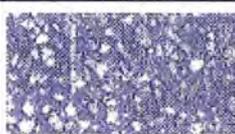
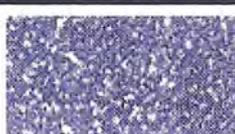
SG: 45-50 HRC

MG: 50-55 HRC

LG: 55-60 HRC

HG: Mayor que 60 HRC

**Tabla 2.1,** Clasificación por tamaño de granalla angular

SAE No	Tolerancias mm.	Apertura (mm)	Tamaño Nominal (mm)	Tamaño Proporcional
G12	Todo pasa criba No. 8	2.36	1,7	
	80% Min sobre criba No. 12	1.70		
	90% Min sobre criba No. 14	1.40		
G14	Todo pasa criba No. 10	2.00	1,4	
	80% Min sobre criba No. 14	1.40		
	90% Min sobre criba No. 16	1.18		
G16	Todo pasa criba No.12	1.70	1,2	
	75% Min sobre criba No. 16	1.18		
	85% Min sobre criba No. 18	1.00		
G18	Todo pasa criba No. 14	1.40	1	
	75% Min sobre criba No. 18	1.00		
	85% Min sobre criba No. 25	0.71		
G25	Todo pasa criba No. 16	1.18	0,7	
	70% Min sobre criba No. 25	0.71		
	80% Min sobre criba No. 40	0.425		
G40	Todo pasa criba No.18	1.00	0,4	
	70% Min sobre criba No. 40	0.425		
	80% Min sobre criba No. 50	0.30		
G50	Todo pasa criba No.25	0.71	0,3	
	65% Min sobre criba No. 50	0.30		
	75% Min sobre criba No. 80	0.18		
G80	Todo pasa criba No. 40	0.425	0,2	
	65% Min sobre criba No. 80	0.18		
	85% Min sobre criba No. 120	0.125		

#### 2.3.5.1.1.2 Aire Comprimido

Presión: aproximadamente 689.5 kPa (100 psi), a la salida del compresor.

Caudal: aproximadamente 0.094 m<sup>3</sup>/s (200 pcm) por cada tobera de granallado.

Composición: Libre de agua y aceite.

#### 2.3.5.1.1.3 Reactivo de inspección

Se usará “varsol”

#### 2.3.5.1.1.4 Condiciones ambientales

Humedad relativa no mayor del 85%. Cuando la humedad ambiental sea mayor del 85% no se deberá arenar a la intemperie.

#### 2.3.5.1.1.5 Planta de granallado

De preferencia todo el proceso de “granallado” deberá hacerse en un ambiente cubierto diseñado para tal fin, con el objeto de garantizar una perfecta ejecución y calidad de este trabajo.

#### 2.3.5.1.2 Inspección y Pruebas

Todos los equipos y materiales utilizados, así como el resultado del trabajo ejecutado bajo esta especificación, estarán sujetos a inspección por la Supervisión. El Contratista deberá corregir todo trabajo y reemplazar todo material que sea encontrado defectuoso.

Para verificar la calidad del granallado, se aplicará el reactivo de inspección a las zonas cuestionadas. Si se observan puntos de corrosión (puede utilizarse una lupa), el granallado no será aceptado y deberá rehacerse.

### 2.3.5.1.3 Equivalencia entre Normas

En la tabla 2.2 se detalla algunas equivalencias entre normas para el proceso de arenado.

**Tabla 2.2,** Equivalencia entre normas para arenados o granallados

Norma SIS-Sueca	Norma Americana	Norma SSPC	Norma Francesa	Norma Inglesa	Norma NACE
SA 3	Metal Blanco	SP 5	DS 3	1sr Quality	NACE 1
SA 2 ½	Semi Blanco	SP 10	DS 2.5	2nd Quality	NACE 2
SA 2	Comercial	SP 6	DS 2	3rd Quality	NACE 3
SA 1	Cepillado, granallado ligero	SP 7	DS 1		NACE 4

### 2.3.5.2 Pintura

Estas especificaciones se refieren al tratamiento de estructuras metálicas con pinturas protectoras de larga vida bajo un determinado sistema de pinturas aplicadas en varias capas, sobre la superficie de la estructura metálica.

#### 2.3.5.2.1 Materiales

La primera capa para todas las estructuras de acero es una pintura bicomponente a base de resinas y catalizadores los que forman la pintura “a base de resinas epoxi poliamida” con propiedades anticorrosivas e inhibidoras de óxido.

La segunda y tercera capa para la parte exterior de la celda es una pintura epóxica de alto contenido de sólidos.

La segunda capa para la parte interior de la celda es una pintura coaltar epoxi amina, adecuado para plantas de tratamiento de agua.

### 2.3.5.2.2 Características físicas y químicas

#### 2.3.5.2.2.1 Pinturas a base de resinas epoxi / poliamida (Amercoat 71)

- a) Excelente como Shop Primer (imprimante de taller), de prolongada protección en ambientes corrosivos.
- b) Resiste derrames y salpicaduras de solventes, productos químicos y derivados de petróleo.
- c) Gran resistencia al agua dulce o salada.
- d) Amplio tiempo de repintado.

#### 2.3.5.2.2.1.1 Usos típicos

- a) Estructuras de acero, tuberías, exterior de tanques, refinerías, centrales eléctricas, plantas químicas y de tratamiento de aguas servidas.
- b) Desembarcaderos, muelles, plataformas marinas y estructuras similares.
- c) Protección de cascos, bodegas, interiores de tanques y superestructura de embarcaciones.

#### 2.3.5.2.2.1.2 Datos físicos

- a) Color: Rojo oxido o blanco
- b) Componentes: Dos
- c) Relación de la mezcla: 4 de resina (parte A) (en volumen) : 1 catalizador (parte B)
- d) Sólidos en volumen :  $47\% \pm 3\%$
- e) Espesor película seca : 2 - 3 mils (50 - 75 micrones)
- f) Número de capas : Una
- g) Rendimiento teórico : 23.5 m<sup>2</sup>/gal a 3 mils seco

#### 2.3.5.2.2.2 Pintura epoxica (Amerlock 400)

- a) Recubrimiento de alta performance para mantenimiento.
- b) Base y acabado a la vez, compatible sobre diferentes pinturas antiguas bien adheridas.
- c) Puede ser repintado con diferentes capas de acabado.
- d) Tolera superficies con alta humedad y restos de óxido bien adherido.
- e) Por capa se obtienen espesores mayores a 5 mils.

##### 2.3.5.2.2.2.1 Usos típicos

- a) En zonas donde es imposible el “arenado”.
- b) Mantenimiento de estructuras metálicas o concreto en plantas químicas, mineras, pesqueras, de alimentos, petroquímicas.
- c) Exteriores de tanques de almacenamiento de combustible y en general.
- d) Interiores de tanques para almacenamiento de agua potable.
- e) Protección de pisos y superficies de concreto en almacenes, plantas de alimentos, hangares, cámaras de frío.

##### 2.3.5.2.2.2.2 Datos físicos

- a) Sólidos en volumen : 83% + 3%
- b) Espesor película seca : 4 - 8 mils (100 – 200)
- c) Número de capas: 1 o 2
- d) Rendimiento teórico : 25 m<sup>2</sup>/galón a 5 mils seco

##### 2.2.5.2.2.3 Pintura coaltar epoxi amina (Amercoat 78 HB)

- a) Protección en una sola capa de hasta 16 mils, con el consiguiente ahorro en mano de obra.
- b) Fácil aplicación con equipo a presión o airless.

- c) Protección para interior de tanques.
- d) Cumple con la norma AWWA C210.
- e) Adecuado para plantas de tratamiento de aguas.

#### 2.2.5.2.2.3.1 Usos típicos

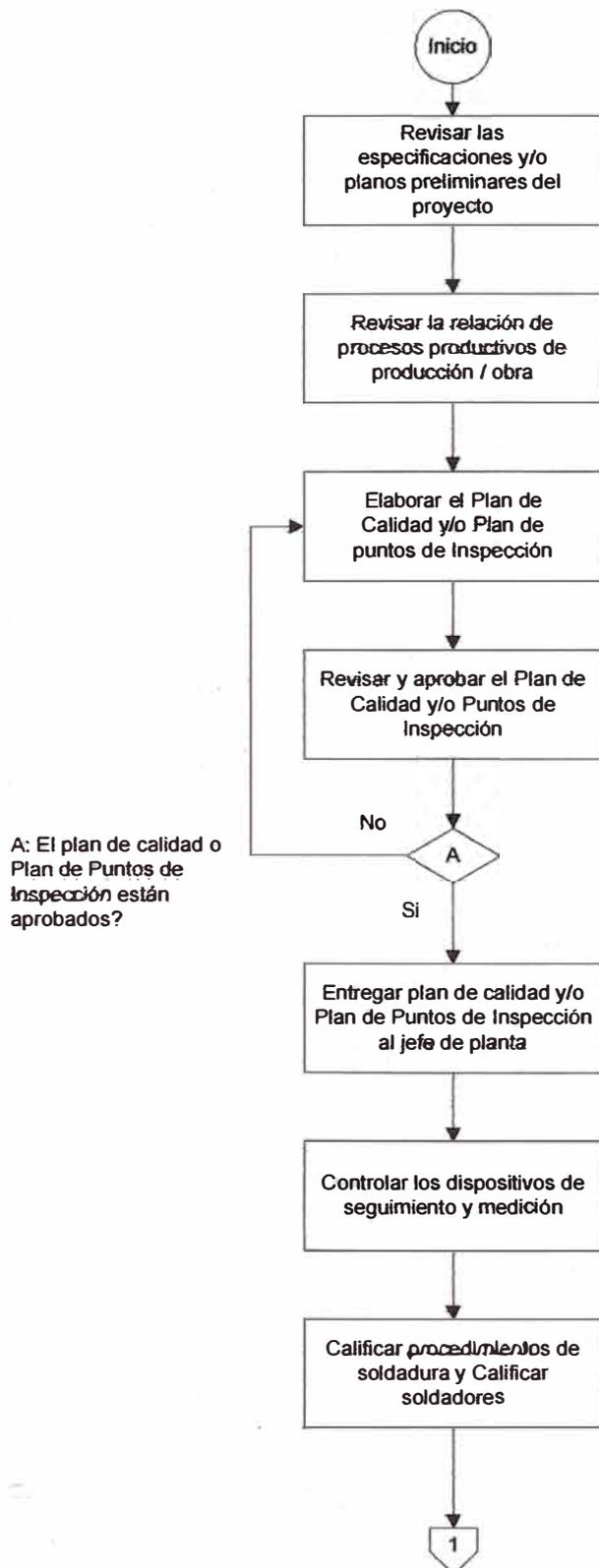
- a) Estructuras marinas, pilotes, tanques de lastre, cascos de embarcaciones, tuberías.
- b) En la industria para plantas de fuerza, refinerías de petróleo, tratamiento de aguas servidas.
- c) Protección para interior de tanques de crudo, agua salada o dulce, agua de mar, agua salobre, etc.
- d) Exterior de tanques y tuberías enterradas.

#### 2.2.5.2.2.3.2 Datos físicos

- a) Color : Negro
- b) Componentes : Dos
- c) Relación de la mezcla: 19 de resina (parte A)
- d) (en volumen) 1 de catalizador (parte B)
- e) Sólidos en volumen : 78 + 3%
- f) Espesor película seca : 16 mils (400 micrones)
- g) Número de capas : Una
- h) Rendimiento teórico : 7.2 m<sup>2</sup>/gal a 16 mils seco

## 2.3.6 Proceso de fabricación:

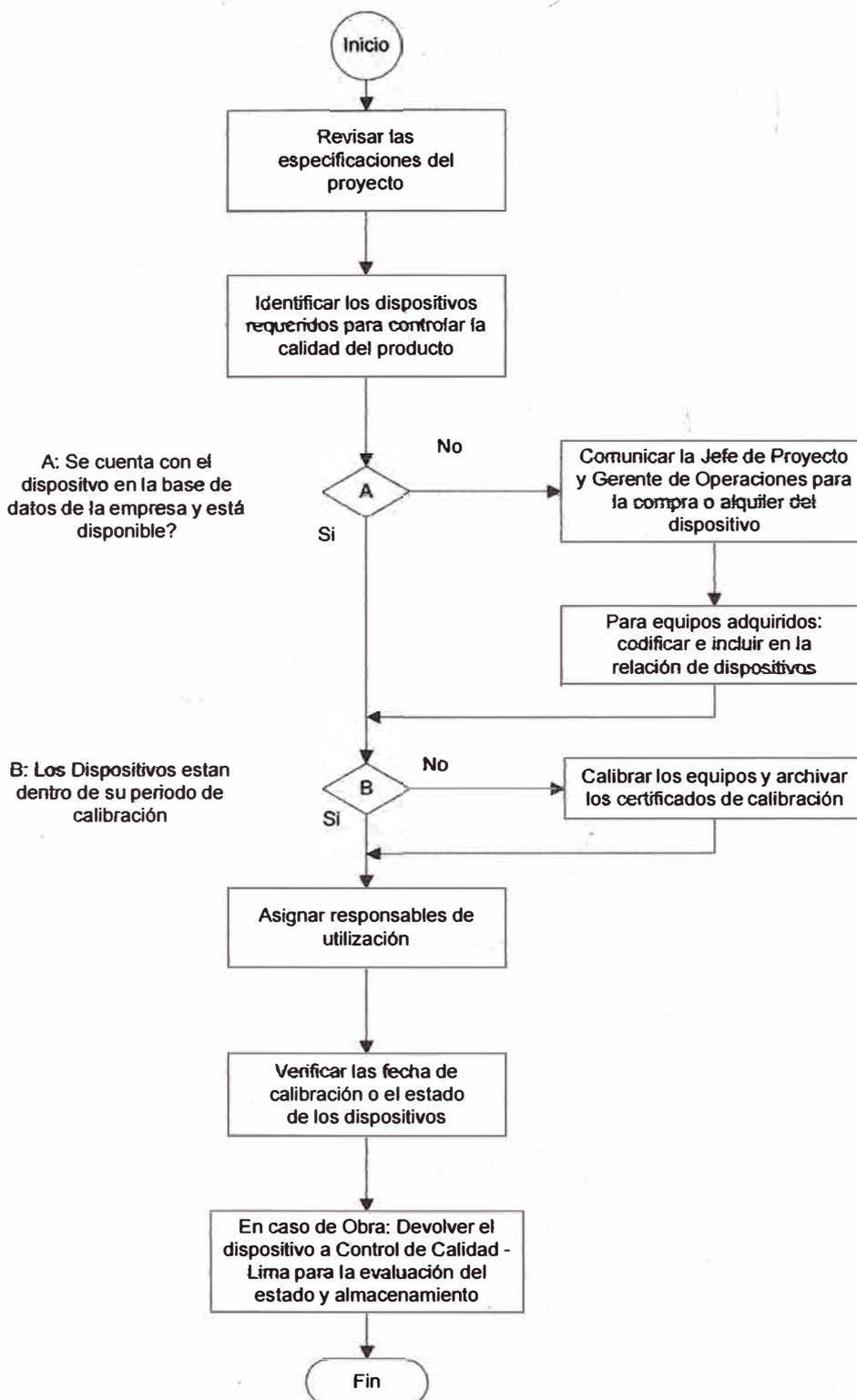
### 2.3.6.1 Procedimiento de gestión de aseguramiento y control de la calidad



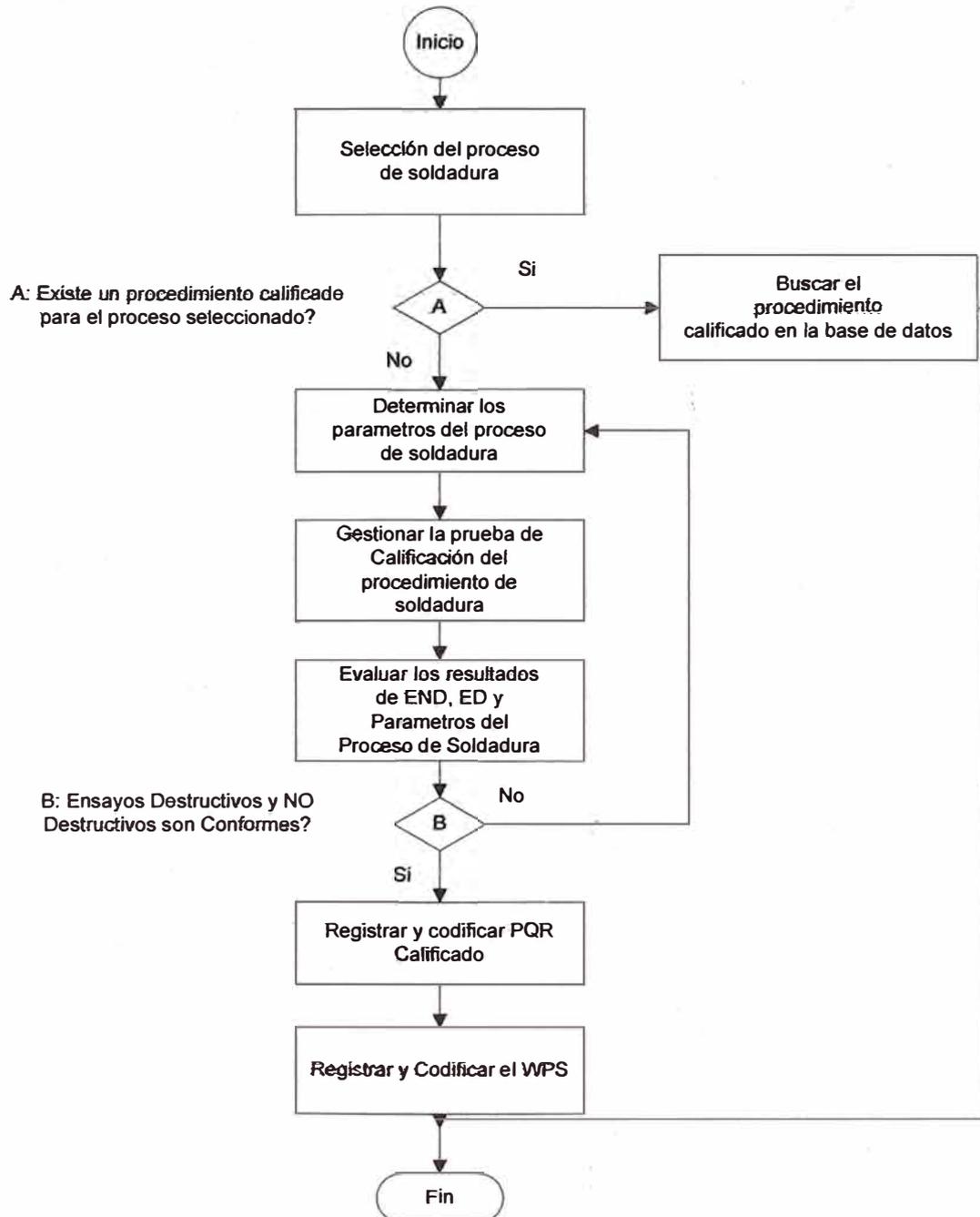
### 2.3.6.1 Procedimiento de gestión de aseguramiento y control de la calidad



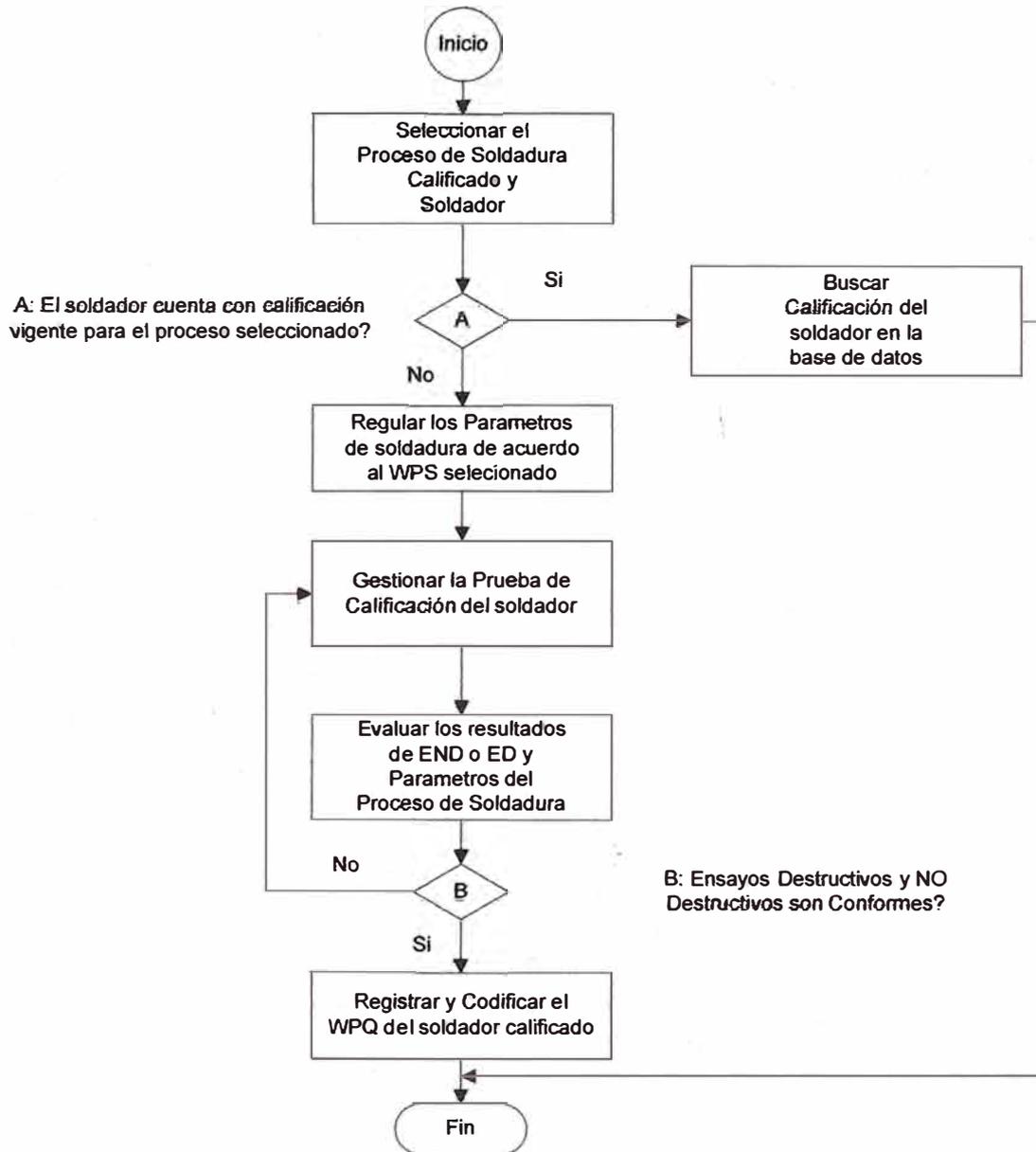
### 2.3.6.2 Procedimiento de control de dispositivos de seguimiento y medición



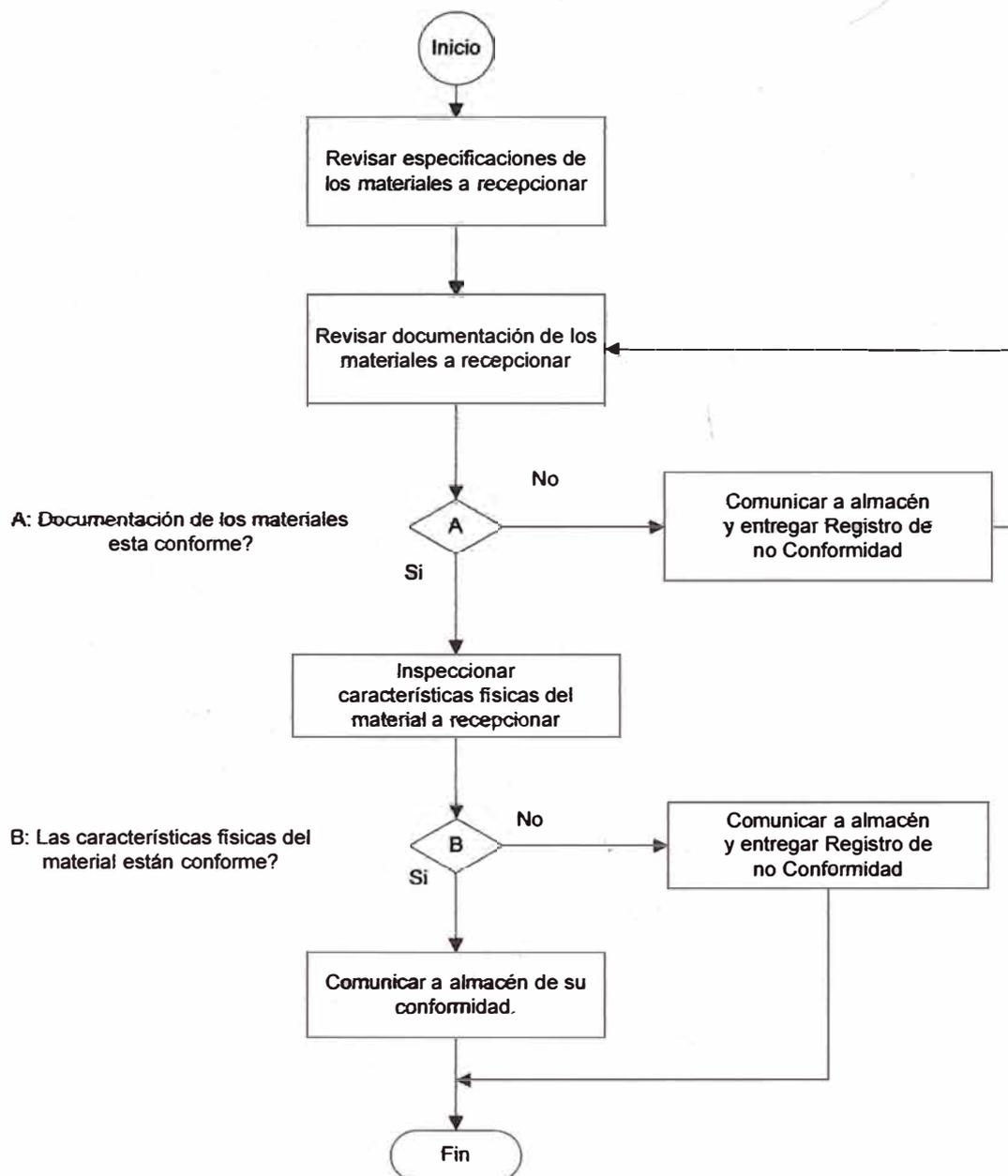
### 2.3.6.3 Procedimiento de calificación del procedimiento de soldadura



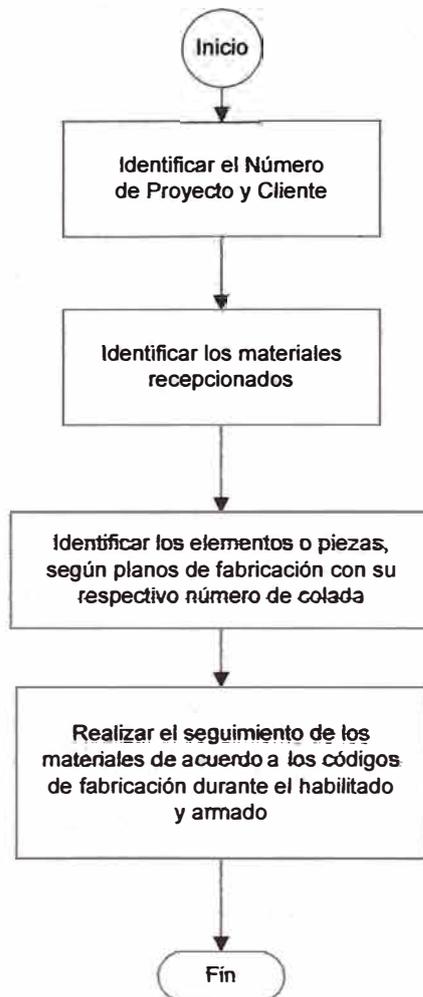
### 2.3.6.4 Procedimiento de calificación de soldadores



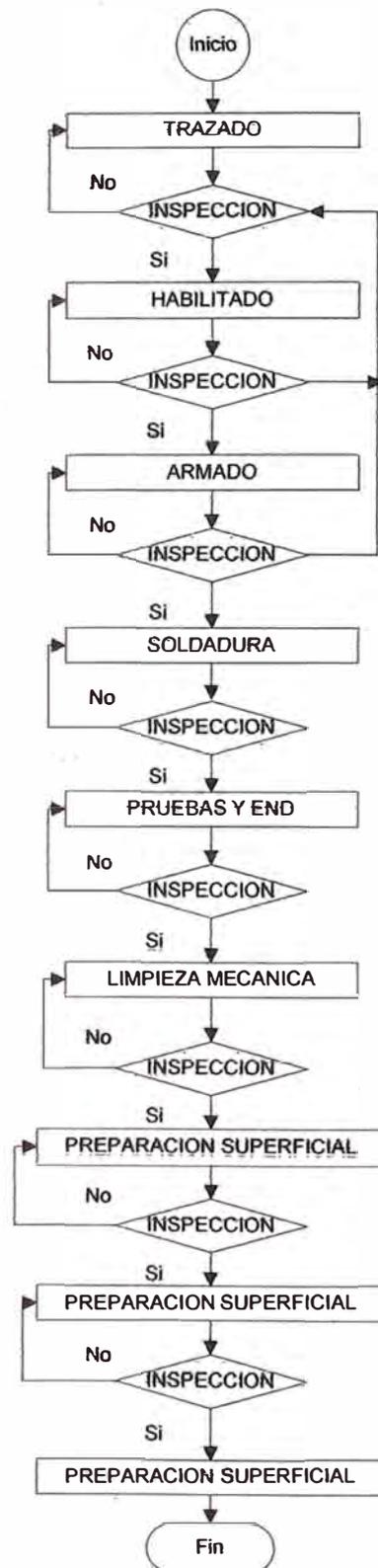
### 2.3.6.5 Procedimiento de inspección en la recepción de materiales y equipos



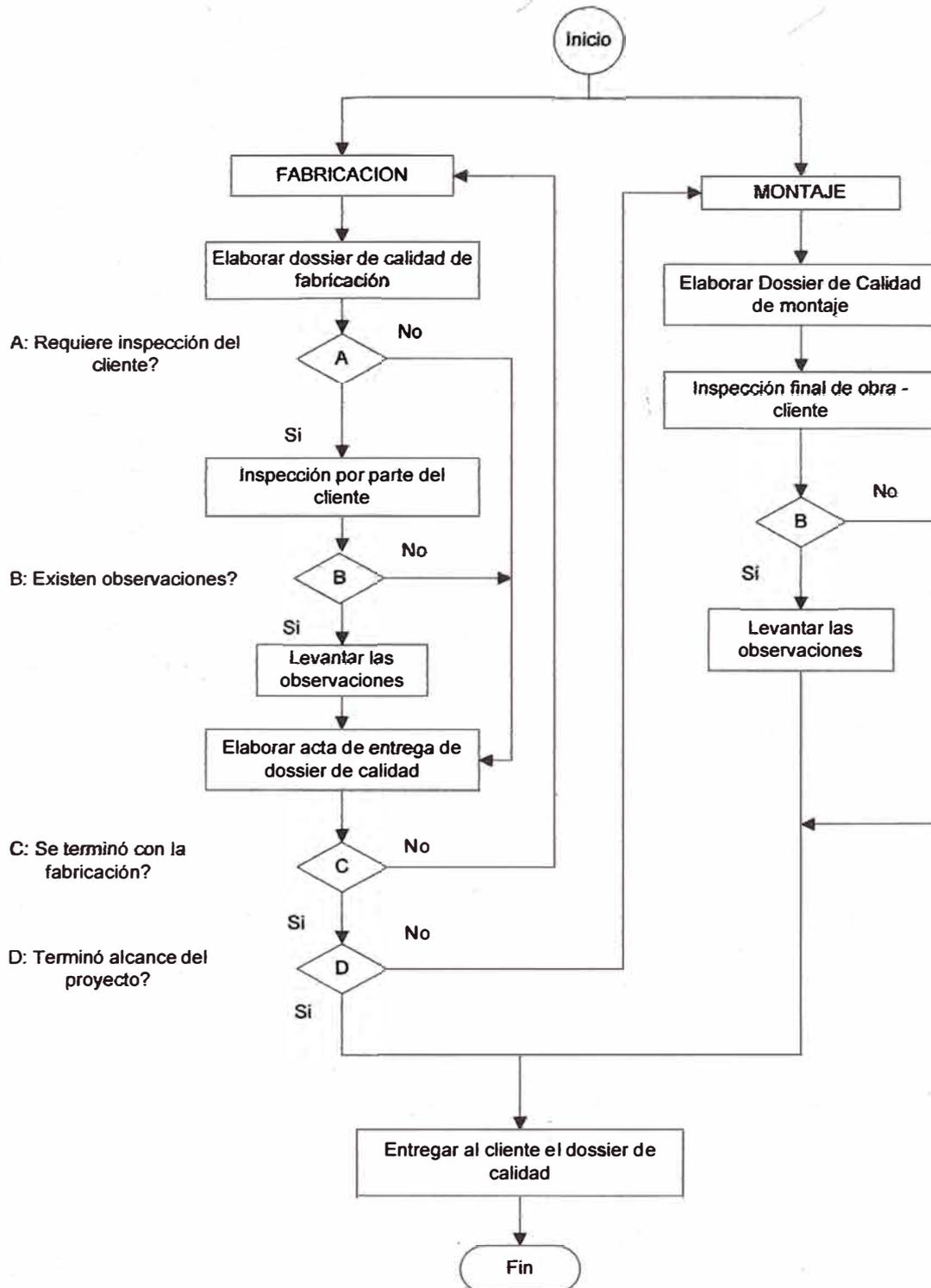
### 2.3.6.6 Procedimiento de identificación y trazabilidad de materiales y equipos



### 2.3.6.7 Procedimiento de inspección de procesos productivos



### 2.3.6.8 Procedimiento de entrega del dossier de calidad



### 2.3.7 Pruebas no destructivas:

#### 2.3.7.1 Inspección visual.

La inspección visual se realiza en todo el proceso constructivo, es decir: antes, durante y después.

Antes.- Con la revisión de planos, especificaciones.

Durante.- Controlando en el campo que los operarios y soldadores cumplan las especificaciones y medidas indicadas en los planos.

Después.- Una vez terminado el proceso productivo se corrobora las medidas finales, calidad y cumplimiento del alcance del producto.

#### 2.3.7.2 Inspección por tintes penetrantes.

Son ensayos que se utilizan para ubicar discontinuidades superficiales e internas en las uniones soldadas. Las técnicas aplicables a la ejecución de ensayos no destructivos son concordantes con las especificaciones técnicas del proyecto.

Los materiales utilizados en las inspecciones cubiertos en este procedimiento, consisten en líquidos penetrantes fluorescentes o visibles con luz blanca, removibles con solvente o agua.

Los reveladores serán del tipo húmedo no acuoso.

Los líquidos penetrantes y reveladores para el examen de estos materiales cumplen con la norma MIL-I-25135 sobre contenidos de sulfuros y halógenos.

Previo a la ejecución del examen todas las superficies de inspección deben estar libres de óxidos, grasa, aceite, pintura, suciedad, etc., que puedan impedir el ingreso a las discontinuidades del líquido penetrante.

#### 2.3.7.2.1 Documentos de referencia

- ASME Sección IX – Ed 2007
- Especificaciones Técnicas del Cliente aplicables al proyecto.

#### 2.3.7.2.2 Aplicación del penetrante

El líquido penetrante podrá ser aplicado con brochas, atomizador, equipos para pintar tipo airless, inmersión u otro, para el caso de aplicación con atomizador se deberá mantener una distancia de aproximadamente 30cm a la superficie a ser examinada

#### 2.3.7.2.3 Limpieza del exceso de penetrante

Se efectuara con paños o papeles absorbentes que no dejen residuos sobre la superficie

#### 2.3.7.2.4 Secado de la superficie

Para el secado de la superficie previo a la aplicación del revelador, podrá usarse aire caliente o dejando secar a temperatura ambiente, si se usa aire caliente, la temperatura del mismo no deberá exceder de 50°C.

#### 2.3.7.2.5 Aplicación del revelador

El revelador debe ser aplicado inmediatamente después del secado de las superficies. El método de aplicación del revelador será con atomizadores presurizados previendo que la capa de revelador depositada sea fina y pareja y que la capa de revelador (húmedo no acuoso) llegue húmedo a la superficie.

#### 2.3.7.2.6 Interpretación y evaluación de indicaciones

El examen visual de las superficies se realizará por lo menos en dos oportunidades:

- Al momento de aplicar el revelador.

- 7 minutos después de aplicado el revelador.

### 2.3.7.3 Prueba de vacío.

#### 2.3.7.3.1 Documentos de referencia

- Norma API 650 sección 5.3.3.
- Plan de gestión de calidad.

#### 2.3.7.3.2 Ejecución de la prueba

Se procederá con la instalación del conjunto de bomba, válvulas y accesorios que sean necesarios para la prueba.

El acceso a las áreas donde se realizará la prueba de vacío estarán restringidas al personal que no intervenga en la prueba.

Se procede mojar área con agua jabonosa y crear succión de vacío tipo venturi hasta alcanzar la presión requerida.

Se efectúa una inspección minuciosa de las juntas soldadas y demás conexiones verificando la existencia de alguna fuga, que se manifestará en forma de burbujeo.

#### 2.3.7.3.3 Criterios de aceptación

Se dará por aceptada la prueba si no se producen fugas en ninguna junta soldada del fondo.

### 2.3.7.4 Pruebas de estanqueidad.

#### 2.3.7.4.1 Documentos de referencia

- Norma API 650 secciones 5.3.3, 5.3.4 y 5.3.6.
- Plan de gestión de calidad.

#### 2.3.7.4.2 Ejecución de la prueba

Se procederá con la instalación del conjunto de bomba, válvulas y accesorios que sean necesarios para la prueba.

El acceso a las áreas donde se realizará la prueba de estanqueidad estará restringido al personal que no intervenga en la prueba.

Se procede a llenar el Tanque, bombeando el agua desde el camión cisterna o desde otro tanque. El nivel de llenado es de 50 mm. por sobre la soldadura superior del tanque y/o según indicaciones del código API 650.

Se efectúa una inspección minuciosa de todas las juntas soldadas y demás conexiones verificando la existencia de alguna fuga.

#### Si la fuga es en una junta soldada:

Se realizarán las reparaciones de acuerdo con API 650, 5.4 Reparaciones de Soldaduras y 6.1.7 Reparación de Soldaduras defectuosas. En general se repararán soldaduras respetando las siguientes indicaciones:

Se identificará y notificará sobre todas las fugas encontradas durante la prueba de estanqueidad, Se archivará el registro marcando en un plano los puntos de fuga.

Las reparaciones de soldadura serán realizadas solamente por soldadores calificados y de acuerdo con el procedimiento calificado de soldadura. Se podrán reparar soldaduras siempre que el agua se encuentre por los menos un pie por debajo del punto de reparación.

Reparaciones en o cerca del fondo se ejecutarán solo con el tanque vacío.

Todas las soldaduras reparadas serán revisadas repitiendo el procedimiento de inspección original y repitiendo uno de los métodos indicados en API 650 punto 5.3, Inspecciones, ensayos y reparaciones.

Al inicio, durante y al final de la operación de llenado (0%, 50%, 100%) se controlara lo siguiente:

Estanqueidad (inspección visual de fugas) se realizarán cada 8 horas por un periodo de tiempo de 24 horas.

#### 2.3.7.4.3 Criterios de aceptación

Se dará por aceptada la prueba si no se producen fugas en ninguna junta soldada del casco, fondo, boquillas y conexiones.

## **CAPITULO III**

### **GESTIÓN DE LA CALIDAD**

#### **3.1 INTRODUCCIÓN**

El plan de gestión de calidad define como la empresa constructora establecerá el proceso y la secuencia de actividades ligadas a la calidad.

El contenido de estos documentos acerca de los diferentes aspectos del proceso de construcción permitirá dar la garantía al cliente que los trabajos ejecutados por la empresa constructora cumplen con los requisitos de la calidad aplicables a la ejecución de sus proyectos.

#### **3.2 MISIÓN Y VISIÓN (DE IMECON S.A.)**

##### **3.2.1 Misión**

✓ Ser socios estratégicos de nuestros clientes, brindándoles servicios competitivos en ingeniería y construcción de proyectos metal-mecánicos, dentro de una cultura de mejoramiento continuo, seguridad y protección del medio ambiente, logrando el bienestar y la satisfacción de nuestros colaboradores y accionistas.

### 3.2.2 Visión

Ser en los próximos 3 años, una empresa líder ofreciendo servicios de ingeniería, suministro y construcción de proyectos metal-mecánicos, a nivel nacional con proyección internacional, bajo una cultura de calidad e innovación permanente.

### 3.3 ORGANIZACIÓN

En la figura 3.1 se muestra la organizacional funcional para este proyecto.

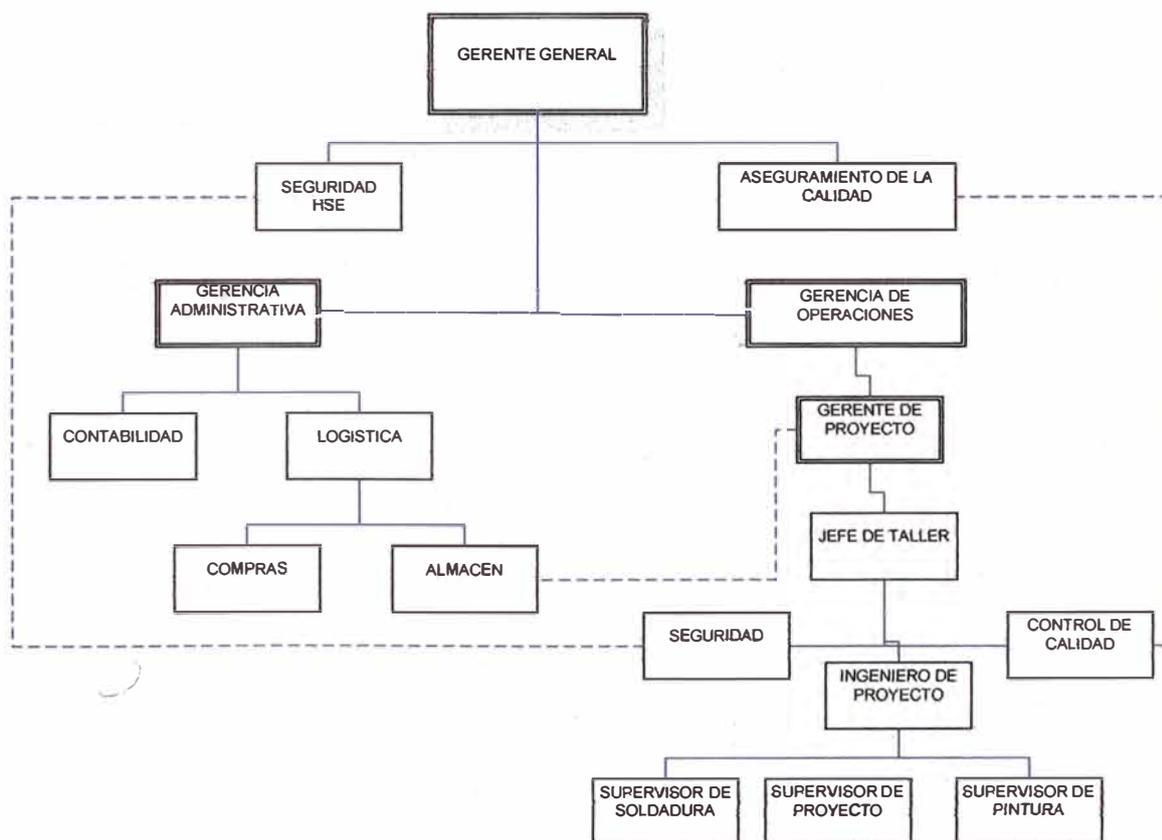


Figura N° 3.1, Organigrama funcional del proyecto

### 3.4 METODOS DE INSPECCIÓN EN LA RECEPCIÓN DE MATERIALES

#### 3.4.1 Objetivo

El objetivo de este instructivo es identificar los métodos de inspección en la recepción de los materiales críticos.

#### 3.4.2 Alcance

Se aplica a los siguientes materiales:

- Planchas
- Perfiles
- Tubos de acero al carbono e inoxidable
- Pintura
- Otros

#### 3.4.3 Desarrollo

Dentro de los métodos de inspección utilizados en la recepción de materiales tenemos:

##### 3.4.3.1 Método documental

- La finalidad es verificar la calidad del material de acuerdo a las especificaciones del proyecto. Ejemplo: ASTM A36, ASTM A53, ASTM 240.
- Para la inspección documental se requiere el **CERTIFICADO DE CALIDAD DEL MATERIAL**, que es suministrado por el proveedor, junto con la **GUIA DE REMISION** y la **ORDEN DE COMPRA**.
- Verificar que en el certificado de calidad indique el **Nº DE COLADA** del material recepcionado.

- Comparar la composición química indicada en el certificado de calidad con la composición química del material de acuerdo a la norma aplicable.
- Comparar las propiedades mecánicas que se indica en el certificado de calidad con las propiedades mecánicas del material de acuerdo a la norma aplicable. Las propiedades mecánicas son: esfuerzo de fluencia y esfuerzo de rotura.

#### 3.4.3.2 Método Visual

- La finalidad del método visual es determinar el grado de corrosión del material a recepcionar, detectar defectos superficiales y los posibles daños producidos por el transporte.
- Es necesario utilizar escobilla metálica para realizar una limpieza superficial y así determinar el grado de corrosión del material.
- El método de inspección visual también es usado para detectar defectos como: laminación superficial.

#### 3.4.3.3 Método Instrumental

- La finalidad es verificar las propiedades físicas del material.
- Los instrumentos de medición para realizar la inspección son: Micrómetro, wincha y vernier. De acuerdo a las características del material se utilizara uno o varios instrumentos.
- La norma de referencia para las tolerancias son las indicadas en la ASTM A6.
- Las propiedades físicas de los perfiles laminados en caliente se ubican en el AISC.

### **3.5 METODOS DE CONTROL DIMENSIONAL**

#### **3.5.1 Objetivo y alcance**

Determinar una secuencia de actividades aplicables a la ejecución del control dimensional para asegurar los procesos previos al armado y fabricación de equipos y elementos. El alcance de este procedimiento es aplicable a la inspección de los elementos y estructuras metálicas involucradas en el proyecto.

#### **3.5.2 Referencia**

- ASTM A6
- ASME IX
- Especificaciones técnicas aplicables al proyecto.

#### **3.5.3 Método**

##### **3.5.3.1 General**

Las tolerancias aplicables al proyecto, deberán ser aquellas indicadas en los planos de fabricación y especificaciones particulares emitidas por el cliente.

Cuando no existe indicación de tolerancia ni referencia a códigos y normas aplicables para este propósito, las tolerancias a aplicar deberán ser acordadas con el CLIENTE quien resolverá la norma de referencia a utilizar ó especificaciones particulares, ello ha de determinarse previo a iniciar cualquier fabricación que se considere crítica.

El Ingeniero de control de calidad coordinará con el supervisor de taller, entregando los planos respectivos. Así mismo, dispondrá del equipo necesario para la ejecución de la inspección de control dimensional.

### 3.5.3.2 Actividades previas

- Revisión de los planos aplicables.
- Verificar la identificación del elemento.
- Verificar las dimensiones de las piezas antes del proceso de armado.
- Verificar las dimensiones en el proceso de armado.
- Chequear los Procedimientos de Control Dimensional.
- Elaborar los registros de calidad.

## **3.6 INSTRUCTIVO DE TRABAJO DE SOLDADURA EN TALLER**

### 3.6.1 Objetivo y alcance

El objetivo de este instructivo es establecer la metodología que será observada durante el proceso de soldadura en taller.

El alcance de este procedimiento abarca el soldeo de los elementos que forman parte del proyecto a desarrollar y establece la metodología que se ha de seguir antes durante y después del proceso de soldeo.

### 3.6.2 Documentos de referencia

- ASME Sección IX – Ed 2007
- Especificaciones de procedimientos de soldadura IMECON S.A.

### 3.6.3 Método

#### 3.6.3.1 Planificación de los trabajos de soldadura

El Ingeniero de Proyecto responsable de la fabricación deberá revisar las necesidades de empleo de los diferentes procedimientos de soldadura calificados con que cuenta IMECON S.A., respecto de los materiales a ser utilizados en la

fabricación y según a las exigencias de las especificaciones aplicables al proyecto.

El Ingeniero responsable del Control de Calidad complementará la revisión del uso de los procedimientos de soldadura calificados y si de dicha revisión de planos de fabricación resultase un diseño de junta, material de espesor diferente, no contemplado en los procedimientos calificados por IMECON S.A., entonces, se elaborará un nuevo WPS con las exigencias indicadas en los planos y se procederá a la respectiva calificación.

Antes del inicio de los trabajos de soldadura en taller, se procederá a calificar soldadores si es que no se tienen calificados en los procedimientos que son requeridos.

#### 3.6.3.2 Trabajos de soldadura en taller

El Jefe de Taller realizará la planificación de los trabajos respectivos de soldadura según el cronograma de entrega, para ello previamente deberá haber cumplido con las etapas anteriores como el habilitado de elementos previos a la soldadura y deberá verificar antes de dar inicio a las actividades de soldadura en taller; la operatividad de los equipos, el correcto almacenamiento de los consumibles, así como el cumplimiento de las variables a controlar del WPS calificado como el diseño de junta.

Una vez que se hayan realizado las verificaciones y controles respectivos se procederá a ejecutar los trabajos de soldadura.

#### 3.6.3.3 Trazabilidad de las uniones soldadas

Todas las uniones soldadas deberán llevar marcado el número de estampa del soldador calificado que participó en dicha unión soldada, con el fin de llevar

el control de trazabilidad del producto final.

### 3.6.4 Inspección y ensayos

#### 3.6.4.1 Inspección de soldadura

##### **a) Antes**

- Las soldaduras deben ser ejecutadas de acuerdo a los WPS calificados.
- Verificar el cumplimiento del diseño de junta.
- Verificar que la zona a soldar se encuentre libre de pintura, grasa, óxido y otras impurezas.
- Verificar que las condiciones de soldeo sean las adecuadas y se deberá proteger a la junta a soldar del viento y lluvia.

##### **b) Durante**

- Verificar el buen manipuleo del metal de aporte, manteniéndose en las condiciones que recomienda el fabricante del producto.
- Verificar que se esté realizando la limpieza entre cada pase de soldadura.
- La junta no deberá ser movida durante el soldeo del pase de raíz.

##### **c) Después**

- Verificar visualmente la calidad de la junta soldada y utilizar los criterios de aceptación y rechazo establecidos en los estándares y/o especificaciones para determinar las reparaciones de la junta por inspección visual.

### 3.6.5 Condiciones de almacenamiento de electrodos

**Tabla 3.1,** Condiciones de almacenamiento para electrodos

CLASIFICACION AWS	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO PARA ELECTRODOS		
	AIRE AMBIENTAL	HORNO MANTENIMIENTO	SECADO EN HORNO
E-6010 E-6011	Temperatura ambiental	No recomendable	No recomendable
E-6012 E-6013	(30±10°C) 50% máx. de humedad relativa	(10 a 20°C) Sobre la temperatura	(135±15°C) 1 hora de temperatura
E-7018	(30±10°C) 50% máx. de humedad relativa	(30 a 140°C) Sobre la temperatura	(245 ± 15°C) 2 horas de temperatura
EL12	No necesita de condiciones especiales para su almacenamiento		
EL12K	No necesita de condiciones especiales para su almacenamiento		
E71TG-G	No necesita de condiciones especiales para su almacenamiento		
E71T-11	No necesita de condiciones especiales para su almacenamiento		

### 3.7 PLAN DE PUNTOS DE INSPECCION (PPI)

Son documentos que establecen los controles y pruebas que se deben realizar a través de todo el proceso. Todo control, inspección o ensayo será documentado mediante el registro de control de calidad correspondiente. Ver tabla 3.2.

Tabla 3.2, Plan de puntos de inspección

		<b>PLAN DE PUNTOS DE INSPECCION</b>				<b>PL-QAQC-M02</b>		
		<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ~ CELDA SWTP PMH-4000</b>				HOJA:	1 de 1	
						EMISION:	29/01/2008	
						REVISION:	1	
Nº	ETAPA A INSPECCIONAR	CARACTERISTICAS A INSPECCIONAR	METODO DE INSPECCION	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	REGISTRO APLICABLE	INSPECCION		
						IMECON	CLIENTE	OTROS
01	DOCUMENTOS Y PLANOS.	• REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN CONTRACTUAL.	• Alcance contractual. • Normas aplicables.	• Documental.	• Propuesta técnico económica No. IP-049-2009 Rev. 0 con Orden de Compra Cliente No. 00820 • Especificaciones técnicas del Cliente. • Planos de ingeniería básica.		<input checked="" type="checkbox"/>	
		• REVISIÓN DE PLANOS DE INGENIERÍA.	• Planos de Fabricación. • Dimensiones básicas y complementarias. • Arreglos generales • Actualización de cambios. • Verificación de emisión para construcción.	• Documental.	• Especificaciones técnicas del Cliente. • Planos de Fabricación. • Normas de referencia. • Documentación y/o transmittals del Cliente.		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
02	ADQUISICIONES DE MATERIAL Y/O ELEMENTOS FABRICADOS	• MATERIALES	• Cumplimiento de especificaciones técnicas del Cliente. • Documentación de respaldo del suministro. • Cantidad. • Dimensiones, etc. • Estado del suministro • Trazabilidad	• Visual. • Instrumental • Documental.	• Especificación Técnica del Cliente. • Órdenes de compra y servicios. • Guías de remisión. • Certificados de calidad. • Estándar ASTM A6 • ASTM A6	• FR-QAQC-M08 • FR-QAQC-M09	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		• ELEMENTOS FABRICADOS	• Cumplimiento de especificaciones técnicas. • Documentación de respaldo del suministro. • Estado de conservación. • Cantidad. • Dimensiones. • Estado de suministro. • Trazabilidad.	• Visual. • Instrumental • Documental.	• Especificaciones Técnica del Cliente. • Ordenes de compra y servicios. • Guías de remisión. • Certificados de calidad. • PR-QAQC-M06	• FR-QAQC-M10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
03	ACTIVIDADES PREVIAS A SOLDADURA	• SELECCIÓN DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA	• Calificación del procedimiento de soldadura PQR • Especificación de procedimientos de soldadura, WPS • Calificación de soldadores WPQ • Disponibilidad de equipos y mano de obra calificada	• Visual. • Instrumental • Documental	• Especificaciones Técnicas del Cliente. • AWWA D100 • Base de datos de IMECON S.A. - WPS • ASME sección IX	• FR-QAQC-M03-1 • FR-QAQC-M04-1 • FR-QAQC-M05 • FR-QAQC-06-1 • FR-QAQC-M07	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
04	FABRICACIÓN DE TANQUES	• HABILITADO DE MATERIALES	• Especificaciones técnicas. • Corte y cuadrado de perfiles, planchas, cartelas. • Codificación de elementos.	• Visual. • Instrumental	• Especificaciones técnicas del Cliente. • Planos aprobados con sello de "valido para fabricación".	• FR-QAQC-M09	<input checked="" type="checkbox"/>	
		• CONTROL DIMENSIONAL	• Parámetros Principales. • Conformidad de revisión. • Cumplimiento de especificaciones técnicas.	• Visual. • Documental. • Instrumental	• Especificaciones Técnicas del cliente • Planos entregados por el cliente. • PR-QAQC-M07 • IT-QAQC-M05	• FR-QAQC-M10	<input checked="" type="checkbox"/>	
		• SOLDADURA	• Soldadura longitudinal. • Soldadura de Soportes. • Soldadura de Accesorios. • Soldadura conforme a WPS. • Estampa de soldadores.	• Visual. • Documental. • Instrumental	• Especificaciones Técnicas del cliente. • Planos • AWWA D100 • PR-QAQC-M07. • IT-QAQC-M06 • Carta Oferta de IMECON	• FR-QAQC-M11	<input checked="" type="checkbox"/>	
		• ENSAYOS NDT	• Inspección Visual. • Tintes Penetrantes • Prueba de Vacío. • Prueba de Estanqueidad.	• Visual. • Instrumental	• Especificaciones Técnicas del Cliente. • AWWA D100 • IT-QAQC-M07 • IT-QAQC-M10	• FR-QAQC-M11 • FR-QAQC-M14 • FR-QAQC-M15	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
05	PREPARACIÓN SUPERFICIAL	• GRANALLADO	• Calidad del aire. • Condiciones ambientales. • Calidad de arena o granalla según especificación técnica. • Grado de preparación de superficie.	• Visual. • Instrumental	• Carta Oferta Imecon. • Standard VIS 1 – 89 • Standard SSPC-SP5 • PR-QAQC-M07 • IT-QAQC-M08	• FR-QAQC-M13	<input checked="" type="checkbox"/>	
06	PINTADO	• PINTADO DE PIEZAS Y ELEMENTOS	• Condiciones ambientales. • Certificación de sistema de pintado. • Espesores de película húmeda y seca. • Pintado de acuerdo a especificaciones técnicas.	• Visual. • Instrumental	• IT-QAQC-M08 • Procedimiento de aplicación de pintura de proveedor de pintura.	• FR-QAQC-M13	<input checked="" type="checkbox"/>	
07	CONTROL DE ARCHIVOS	• RECOPIACIÓN DE DOCUMENTACIÓN	• Planos • Certificado de materiales • Registros de calidad	• Documental.	• Plan de gestión de calidad IMECON S.A.		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		• DOSSIER DE CALIDAD	• Cumplimiento de planes de puntos de inspección	• Documental	• Especificaciones Técnicas del Cliente. • PR-QAQC-M08		<input checked="" type="checkbox"/>	
		• ENTREGA FINAL	• Levantamiento de observaciones	• Documental	• Especificaciones Técnicas del Cliente. • PR-QAQC-M08	• Acta de entrega de Dossier de Calidad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

## **CAPITULO IV**

### **METODOLOGÍA DE FABRICACIÓN**

#### **4.1 DESCRIPCIÓN**

Estos trabajos comprenden el suministro de los materiales, la fabricación y armado de la toda la parte estructural de la celda de tratamiento de acuerdo a los planos del Proyecto y especificaciones técnicas.

Los materiales, procedimientos de fabricación, tolerancias, control de calidad, etc., deberán cumplir con las normas API 650 y AWWA D-100.

En caso de discrepancia entre planos y especificaciones, las especificaciones son mandatorias. En caso de discrepancias entre las dimensiones medidas a escala dibujadas en los planos y las cotas indicadas en ellos, las cotas prevalecen.

#### **4.2 MATERIALES**

##### **4.2.1 Perfiles y Planchas**

Los elementos estructurales de la celda de tratamiento, serán fabricados con planchas de acero estructural de calidad grado 36 según norma ASTM A-36. El espesor de las planchas en general será de 4.5 mm

Los perfiles laminados serán de acero estructural de calidad grado 36 según

norma ASTM A-36. Su principal empleo es como refuerzo del casco principal.

Los perfiles tubulares serán de acero estructural de calidad según norma ASTM A-53. Estos serán usados para la fabricación de barandas.

Las propiedades mecánicas de estos aceros se indican en la tabla 4.1.

**Tabla 4.1,** Propiedades mecánicas de aceros.

Propiedad	A36	A53
- Esfuerzo de Fluencia (Kg/mm <sup>2</sup> )	25	24.6
- Resistencia en tensión (Kg/mm <sup>2</sup> )	41-56	42
- Alargamiento de rotura (%)	23%	20%

#### 4.2.2 Pernos

Todos los pernos serán de cabeza y tuerca hexagonal, y sus propiedades se ajustarán a lo indicado en las Norma ASTM A325 para el caso de pernos de alta resistencia, y a lo indicado en la Norma ASTM A307 para el caso de pernos corrientes de baja resistencia.

Las dimensiones de los pernos y sus tuercas estarán de acuerdo a lo indicado en las Normas ANSI B18.2.1-1981 y ANSI B18.2.2-1972 respectivamente. Las características de la rosca se ajustarán a lo indicado en la Norma ANSI B1.1-1982 para roscas de la serie UNC (gruesa), clase 2A.

### 4.2.3 Soldadura

Por tratarse de una celda en el que la estructura principal esta formado por planchas las cuales van a soportar el volumen de grandes cantidades de agua, el aspecto de la soldadura es de singular importancia, por lo que deberá ser ejecutada con óptima calidad y de acuerdo a las especificaciones de la última versión de la AWS D1.1.

Los electrodos que serán utilizados en la fabricación de los cascos de acero de la celda son del tipo ER 70S-6 y deberán ser adquiridos en bobinas, estos deberán ser de diámetro Ø1 mm.

## **4.3 INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE LA SOLDADURA**

La inspección de soldaduras deberá iniciarse tan pronto hayan sido ejecutadas. Si la inspección realizada mediante tintes penetrantes indica cualquier defecto en la soldadura, se tendrá que reparar por el método apropiado en cada caso y obtener la aprobación del Supervisor.

Las pruebas de soldadura que deberán realizar son las siguientes:

### 4.3.1 Inspección Visual

Esta inspección se realiza en cada pase y se da en el 100% de las uniones soldadas.

### 4.3.2 Tintes Penetrantes

La aplicación de tintes penetrantes para verificación de la calidad de los cordones de soldadura durante la etapa de ejecución será obligatoria y se aplica al 100.% de las uniones soldadas.

#### **4.4 APLICACIÓN DE LA PINTURA EN ESTRUCTURAS METÁLICAS**

Todas las superficies de acero estructural que deban ser pintadas se limpiaran a presión.

Las superficies de acero destinadas a la pintura se deberán preparar según se describe en las especificaciones del “Steel Structures Painting Council” (SSPC).

La pintura no se deberá aplicar en condiciones de niebla, bruma, cuando llueva, o cuando la humedad relativa supere los límites establecidos para el producto.

##### **4.4.1 Proceso de arenado o granallado**

Arenado al metal blanco tipo SSPC-SP5. Alternativamente podrá utilizarse el arenado con escoria o granallado. La limpieza deberá dejar todas las superficies con una textura de adherencia y uniforme no inferior a 0.025 y 0.038mm (1 y 1 ½ milésimas de pulgada).

Una vez terminado el granallado se procederá al pintado el mismo día en que se realizo la limpieza. Si las superficies tratadas se oxidan o están contaminadas con materias extrañas antes de realizar la pintura, se deberán volver a limpiar.

##### **4.4.2 Proceso de pintado**

Para este proceso se utilizarán sistemas Airless. Se deberá previamente verificar que el equipo se encuentre totalmente operativo y eficiente (mangueras, bombas, boquillas). Solamente se podrá utilizar brocha o rodillo para el pintado de retoques, repasos y resanes.

Previa limpieza final con aire, se inicia con la aplicación de la primera capa de pintura bicomponente de un espesor de la película protectora seca igual a 2.0

mils. Esta aplicación se da a todas las planchas (por ambos lados) habilitadas para después recién empezar con el proceso de soldadura.

Posteriormente a la colocación de cada capa de pintura, se deberá controlar y verificar el espesor de pintura colocado con instrumentos adecuados (calibrador de espesores).

Además de lo indicado anteriormente, todas las pinturas se deberán aplicar de acuerdo con las especificaciones e instrucciones del proveedor de pintura, el cual deberá coordinar y asesorarnos antes y durante los procesos de limpieza y pintado.

Antes de la adquisición debemos exigir al proveedor de la pintura, un certificado de calidad que garantice una durabilidad después de su aplicación a la estructura metálica.

#### **4.5 CERTIFICADOS DE CALIDAD**

Los proveedores deberán acreditar la calidad de los materiales adquiridos para la construcción mediante los certificados de calidad respectivos, en los que se indiquen las propiedades físicas, químicas y mecánicas que sean relevantes.

En caso de no existir estos certificados, la supervisión podrá ordenar la realización de las pruebas correspondientes en un laboratorio reconocido de primera línea.

## **4.6 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO: FABRICACIÓN**

La habilitación y fabricación de las estructuras de acero se efectuará en concordancia a lo indicado en la norma AWS D 1.1.

### **4.6.1 Cronograma**

En el cronograma se muestra el desglose de las diferentes etapas que se presentan durante el proyecto, también va acompañado del tiempo estimado para realizar cada etapa. Ver figura 4.1.

### **4.6.2 Diagrama de flujo**

Muestra en forma resumida los diferentes procesos a realizar en el proyecto. Ver figura 4.2.

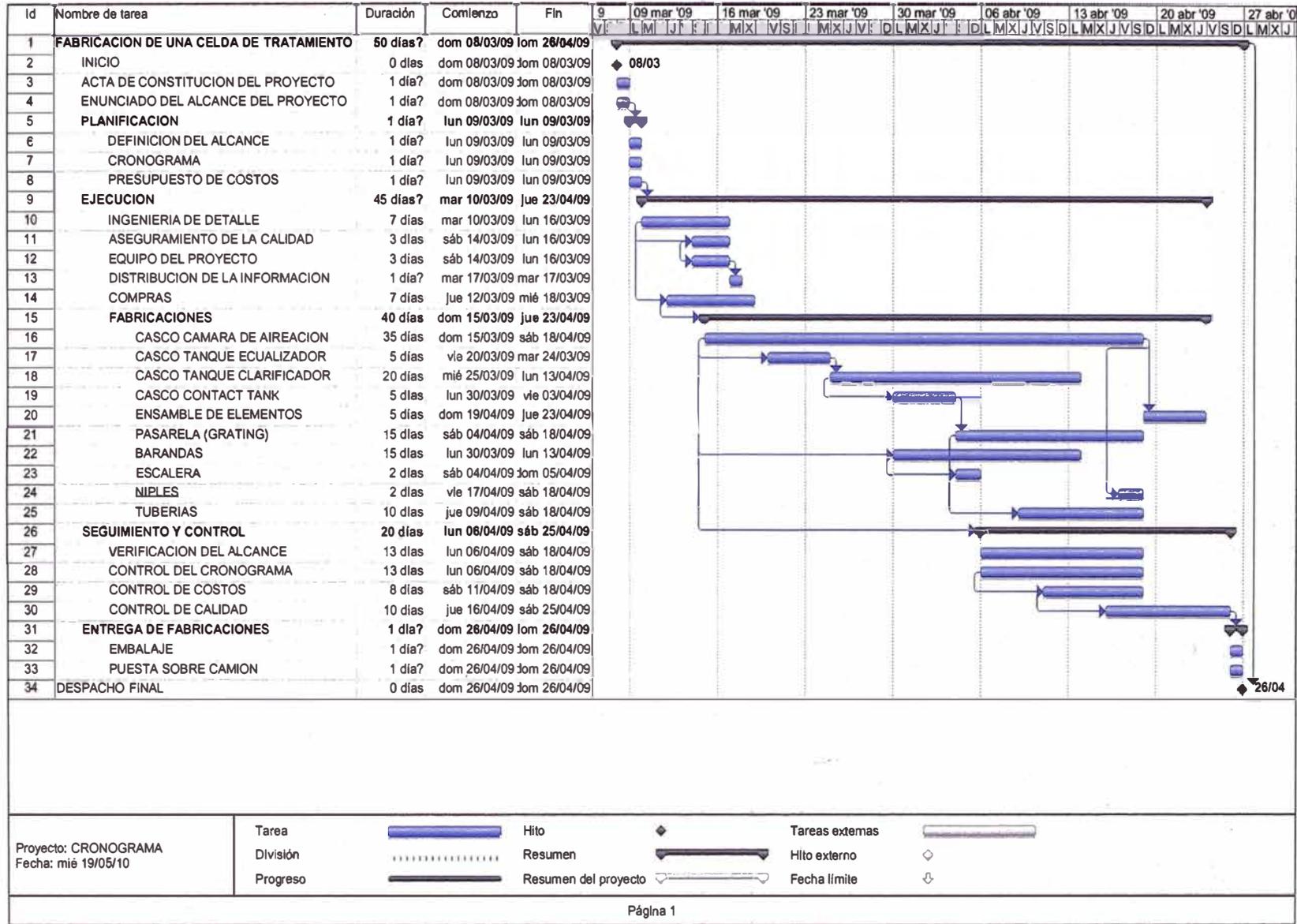


Figura 4.1, Cronograma de fabricación

## DIAGRAMA DE FLUJO

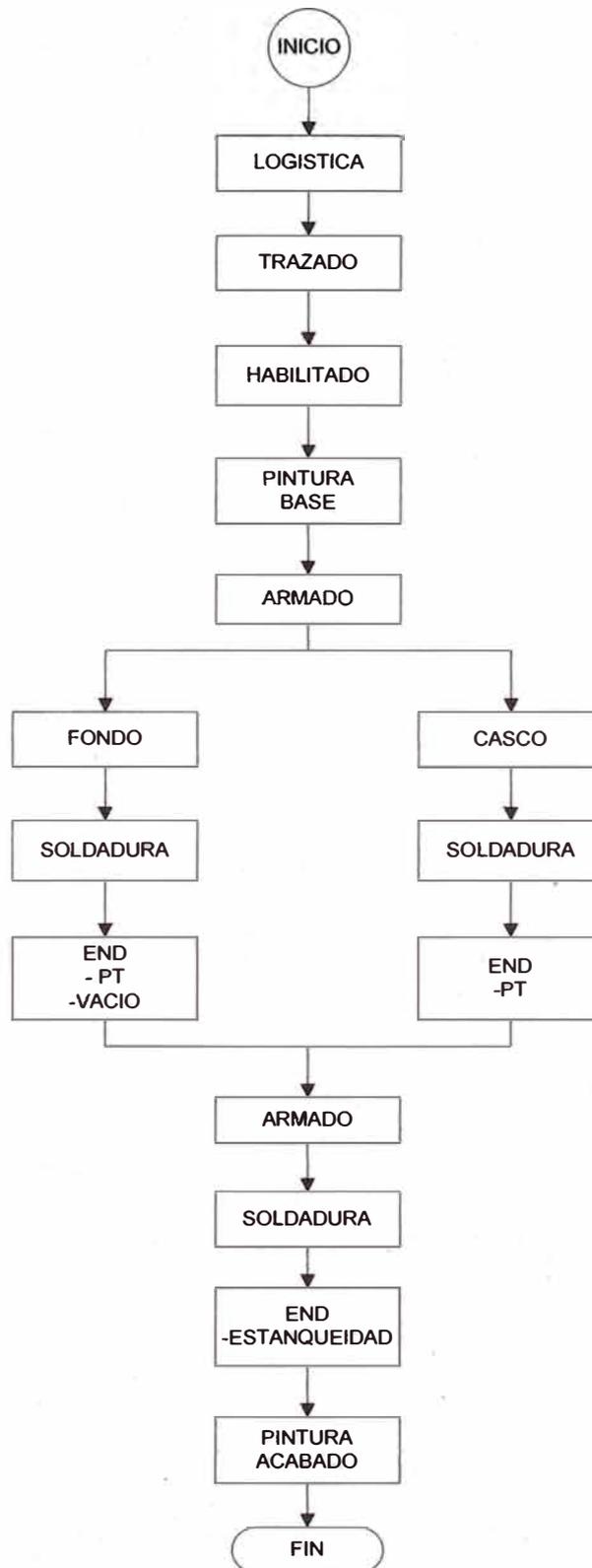


Figura 4.2, Diagrama de flujo del proyecto

#### 4.6.3 Planos de Taller y Erección

El departamento de ingeniería deberá elaborar planos de Taller, a partir de la ingeniería básica, para la fabricación de todas las estructuras del Proyecto. Estos planos deberán ser aprobados por la supervisión antes de iniciar los trabajos de fabricación de las estructuras.

Los planos de taller deberán prepararse preferentemente mediante un utilitario de diseño por computadora (Tekla, AutoCad 2000 ó superior, etc.) y deberán contener toda la información necesaria para la fabricación de todos los elementos integrantes de la estructura.

Todas las conexiones deberán estar claramente indicadas y detalladas.

Los elementos que requieran ser dimensionados en el lugar de trabajo deberán de tratarse de manera especial, teniendo en cuenta las dimensiones, tolerancias y protección adecuada para garantizar la uniformidad con los elementos ya fabricados y ensamblados. Este caso es específico para la instalación de las tuberías y difusores los cuales se instalan al último.

#### 4.6.4 Tolerancias de fabricación

Las tolerancias dimensionales de los elementos ya fabricados se ajustarán a lo indicado en la Norma ASTM A6.

La variación de la longitud real respecto a su longitud detallada no podrá ser mayor de 1/32" (0.8mm) para aquellos elementos con ambos extremos preparados para uniones tipo "contacto".

La variación de la longitud real de cualquier otro elemento de la estructura respecto a su longitud detallada no será mayor que 1/16" (1.6mm) para elementos

de 30' (9 144mm) de longitud y menores, ni mayor que 1/8" (3.2mm) para elementos de más de 30' (9 144mm) de longitud.

#### 4.6.5 Logística

Teniendo una parte de la ingeniería de taller se procede con la solicitud de requerimiento de materiales.

#### 4.6.6 Proceso de Corte

Una vez terminado los planos de taller, se procede a programar el pantógrafo CNC con las diversas figuras que necesitamos obtener para realizar el ensamble de la celda.

El corte de los materiales se hace térmicamente (con oxi-acetileno) o por medios mecánicos (cizallado, aserrado, etc.). Los elementos una vez cortados deberán quedar libres de rebabas y los bordes deberán aparecer perfectamente rectos.

El corte con oxígeno se hace con un pantógrafo CNC, al cual se le ingresa los planos realizados y éste los transforma a su respectivo lenguaje para que pueda comenzar con los cortes. Los bordes cortados con oxígeno que estarán sujetos a esfuerzo y/o que recibirán soldadura deberán quedar libres de imperfecciones.

No se permiten imperfecciones, las debidas al proceso de corte deberán eliminarse por esmerilado. Todas las esquinas deberán estar libres de entalladuras.

No se requiere preparación de los bordes de planchas (biselado) debido al delgado espesor de las planchas a soldar, el cual es de 4.5mm.

#### 4.6.7 Proceso de doblez

El borde superior de la celda lleva un refuerzo el cual es obtenido a través del doblado de una plancha de 4.5mm de espesor por medio de una plegadora; la

forma final obtenida tiene semejanza a una “zeta” y este perfil obtenido se suelda en todo el contorno superior de la celda una vez ensamblada y soldada todas sus caras.

#### 4.6.8 Equipo Mínimo de Fabricación

a) Máquina de Soldar de 350 Amp. MIG/MAG	2 Und.
b) Máquina de Soldar de 400 Amp.	2 Und.
c) Equipos de Corte manuales	1 Und.
d) Esmeriles Angulares Eléctricos 7”	2 Und.
e) Esmeriles Angulares Eléctricos 4.5”	3 Und.
f) Pantógrafo CNC	1 Und.
g) Plegadora hidráulica	1 Und.
h) Taladro	1 Und.
i) Herramientas manuales (juegos completos)	4 Jgos.
j) Puente grúa de 10 Ton	1 Und.

#### 4.6.9 Granallado

Después de realizar los corte de las planchas se procede a realizar el granallado para inmediatamente continuar con la aplicación de la primera capa de pintura (capa base), es con esta capa que se realizan todos los trabajos de ensamble de la celda, los cuales incluyen desde el proceso de apuntalado, unión por soldadura hasta los ensayos y pruebas.

##### 4.6.9.1 Equipo Mínimo de Granallado

a) Compresora de aire	01 Und.
b) Tolvas para llenado de granalla	02 Und.
c) Máscaras protectoras	02 Und.
d) Juego de Repuestos de mangueras para equipos	02 Jgos.

#### 4.6.10 Pintura

##### 4.6.10.1 Consideraciones Generales

- a) Todas las superficies recibirán los tipos de pintura y espesores indicados en esta metodología.

- b) La pintura deberá ser aplicada en estricto acuerdo con las instrucciones del fabricante para cada caso.
- c) La preparación de la superficie, imprimado y pintado debe ser realizada antes del ensamblaje o montaje.

#### 4.6.10.2 Sistema de protección superficial exterior

Limpieza superficial mediante granallado al metal blanco, según normas SPCC-SP5.

Una capa de pintura base Amercoat 71 o similar rojo de 50 micrones (2 mils), espesor seco.

Una capa de pintura acabado Amerlock 400 o similar blanco de 100 micrones (4 mils), espesor seco.

Una capa de pintura acabado Amerlock 400 o similar celeste de 100 micrones (4 mils), espesor seco.

#### 4.6.10.3 Sistema de protección superficial interior

Limpieza superficial mediante granallado al metal blanco, según normas SPCC-SP5.

Una capa de pintura base Amercoat 71 o similar rojo de 50 micrones (2 mils), espesor seco.

Una capa de pintura Amercoat 78HB o similar de 14 mils, espesor seco.

Durante todo el proceso de aplicación del recubrimiento se contó con el asesoramiento de un supervisor especializado en el tema, representante del fabricante de pinturas.

#### 4.6.10.4 Espesores y otros

##### 4.6.10.4.1 Espesor de la película

Los límites del espesor seco de pintura serán respetados estrictamente. El espesor de las capas de pintura será verificado, usando resistencia magnética o principios de corrientes tales como “Elcometer”. “Leptoskop”, “Microtest”, etc.

Con el propósito de lograr el espesor de película seca especificado, se recomienda mediciones previas de espesor húmedo durante la aplicación de la pintura. Si el espesor seco no alcanza el valor especificado se añadirán una o más capas de pintura.

##### 4.6.10.4.2 Curado

El grado de curado de las pinturas epóxicas será verificado en base a su resistencia a solventes. Luego de frotada la superficie durante un tiempo dado con el solvente adecuado, la pintura no deberá aflojarse y la prueba se hará raspando con la uña. El tipo de solvente y el tiempo de aplicación estarán en acuerdo con la norma SSPC correspondiente.

##### 4.6.10.4.3 Adherencia y corrosión

La adherencia del imprimante a la superficie de acero y la adherencia entre capas de aplicación sucesiva y el imprimante después del curado, deberá comprobarse haciendo (con un cuchillo filudo) una incisión en forma de V a través de la pintura. La adherencia será satisfactoria si la película de pintura no puede “pelarse” con el cuchillo, ni de la superficie de acero ni entre capas sucesivas.

La aplicación de fuerza suficiente para romper la pintura deberá dejar porciones de película fuertemente adheridas a la superficie. La falla en esta

prueba indicará pobre resistencia de adherencia debido a causas tales como retención de solvente, mala preparación de superficies u otros.

Las áreas que muestren estos defectos será limpiadas de toda la pintura y repintadas siguiendo nuevamente el proceso desde la preparación de la superficie.

#### 4.6.10.5 Inspección

La supervisión tiene el derecho de inspeccionar los trabajos de pintura en todas las etapas y rechazar cualquier trabajo y/o procedimiento que no esté conforme a lo indicado en sus especificaciones.

El trabajo terminado tendrá las tonalidades especificadas y mostrará superficies suaves y parejas. Estará libre de superficies pegajosas luego del secado, fisuras y cuarteamientos, arrugas, depresiones, parches, marcas de brocha o rodillo u otros defectos perjudiciales a la calidad y apariencia de la protección.

Antes de la aceptación final de trabajo de pintura se efectúa una inspección total de las estructuras metálicas.

#### 4.6.10.6 Reparación de defectos y de daños

Cualquier defecto o daño será reparado antes de la aplicación de las capas sucesivas de pintura; de ser necesario las superficies en cuestión deberán ser dejadas libres de pintura.

Las áreas donde la pintura necesite re-aplicarse deberán ser limpiadas dejándolas totalmente libres de grasa, aceite u otro material extraño y deberán estar secas. Las superficies a repararse, para daños localizados menores de 1 m<sup>2</sup>, podrán prepararse usando medios mecánicos.

Luego se aplicarán sucesivamente las capas de pintura necesarias para cumplir con la especificación. Estas capas deberán fusionarse a la capa final de las áreas circundantes.

#### 4.6.10.7 Equipo mínimo de Inspección

El Contratista dispondrá como mínimo, en el lugar donde se realice su trabajo, del siguiente equipo básico de inspección para el control de:

##### 4.6.10.7.1 Condiciones ambientales

- a) Termómetro de ambiente
- b) Termómetro de contacto

##### 4.6.10.7.2 Medidor del espesor de pintura

- a) Elcómetro o medidor de espesor de pinturas

#### 4.6.11 Calificación de soldadores y procedimientos de soldadura

El objetivo de la calificación de una soldadura es determinar si reúne todos los requisitos visuales, radiográficos o de ultrasonido, y mecánicos para asegurar su calidad.

#### 4.6.12 Ensamble de la celda

Teniendo listo las planchas cortadas, granalladas, con la primera capa de pintura base, los soldadores y procedimientos calificados se comienza con el proceso de soldadura:

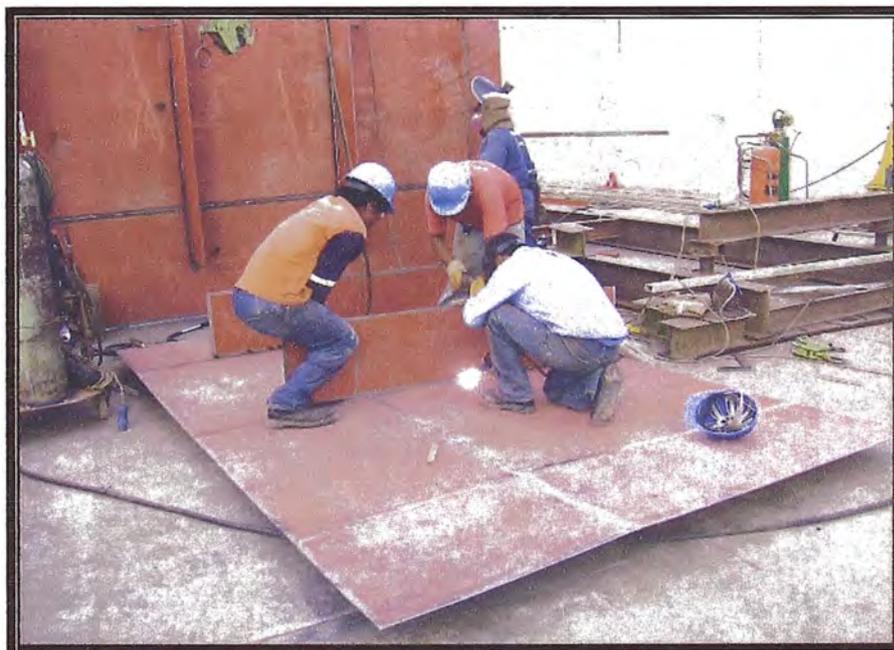
La celda de tratamiento de aguas residuales se conforma en dos parte principales, la primera la forman el tanque ecualizador con la cámara de aireación y la segunda esta formada por la cámara de clarificación.

⇒ La construcción de ambas cámaras es similar y se detalla a continuación los pasos que se utilizan:

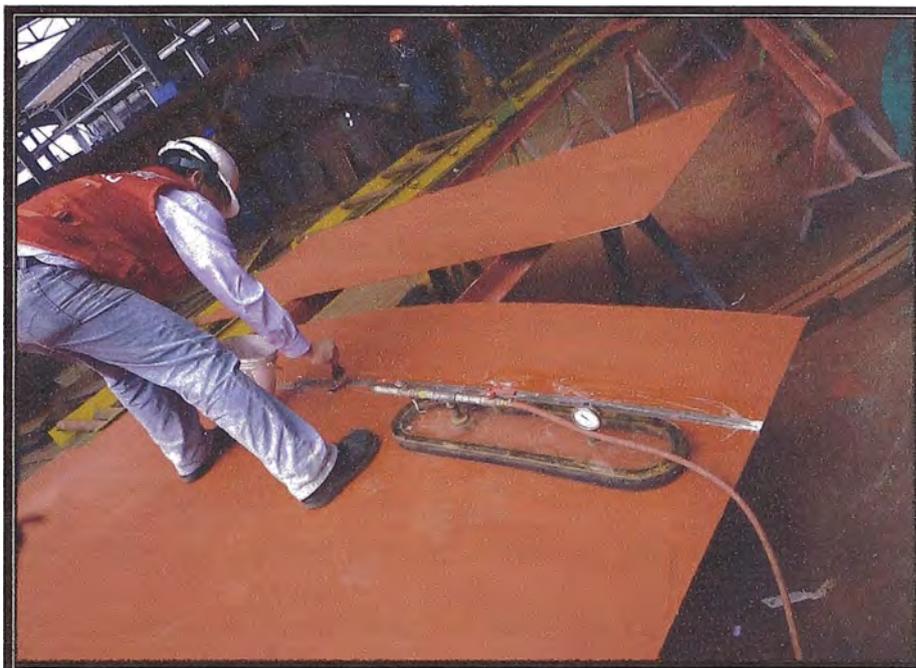
#### 4.6.12.1 Primer paso

Se hace una presentación de las planchas del fondo y se comienza a soldar de dos en dos, ver figura 4.1, teniendo en cuenta que la raíz de la junta de soldadura será de 2mm, la dirección de soldeo será transversal al eje principal de la celda; terminado el cordón de soldadura de las dos primeras planchas y con la ayuda del puente grúa se gira 180° el conjunto para continuar con la soldadura del lado opuesto, previa limpieza del cordón de soldadura con un esmeril de mano. Una vez teniendo las planchas soldadas transversalmente se procede a soldarlas en forma longitudinal por un lado, terminado todos los cordones de ese lado y con la ayuda del puente grúa se gira todo el conjunto 180° y se prosigue con la soldadura por el lado opuesto; para así obtener el fondo de la celda.

Como las planchas están soldadas se procede también a realizar la prueba de vacío a los cordones de soldadura del fondo, ver figura 4.2.



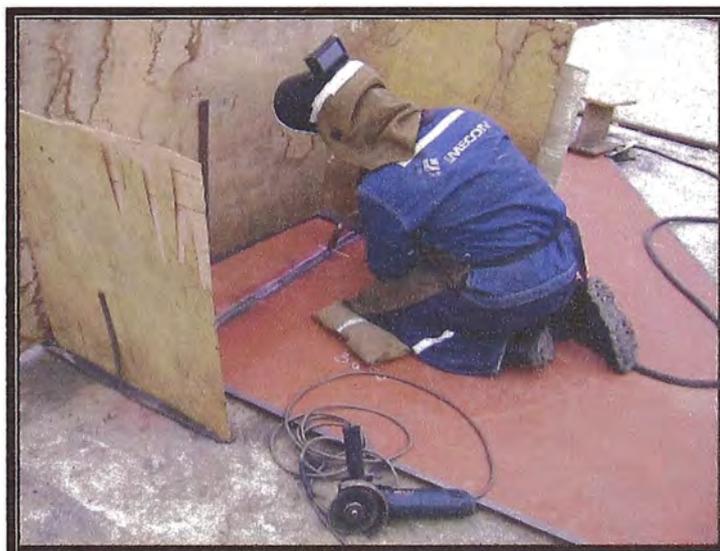
**Figura 4.1,** Empalme de planchas del fondo



**Figura 4.2,** Realización de la prueba de vacío a los cordones de soldadura

#### 4.6.12.2 Segundo paso

Se realiza el mismo procedimiento anterior para unir las planchas de los lados frontales y mamparas o pantallas que se coloca interior a la celda como elemento rigidizador, siempre que sea posible las piezas serán soldadas en posición plana, ver figura 4.3



**Figura 4.3,** Soldadura de planchas en posición plana

#### 4.6.12.3 Tercer paso

Se realiza la unión de planchas de los lados laterales de la celda, primero se sueldan las planchas de dos en dos por su lado mas corto, similares a los casos anteriores; teniendo las planchas soldadas se prosigue a unir las longitudinalmente, pero por la geometría que presentan, el procedimiento es diferente a los anteriores. Primero se hace la presentación de planchas y se procede a apuntalarlas, luego se coloca los elementos atiesadores que tienen la geometría final de los lados laterales de la celda y se procede a soldar la parte central de los mismos a las planchas longitudinales. Segundo se hace rotar los lados apuntalados de las planchas longitudinales hasta que encajen con la forma de los elementos atiesadores para luego soldarlos y así obtener la forma final de los lados laterales de la celda. Al igual que los pasos anteriores los cordones de soldadura se realizan por ambos lados de las planchas, esto se realiza con la ayuda del puente grúa.

Este mismo procedimiento se realiza para armar las paredes de la cámara del clarificador, ver figura 4.4.



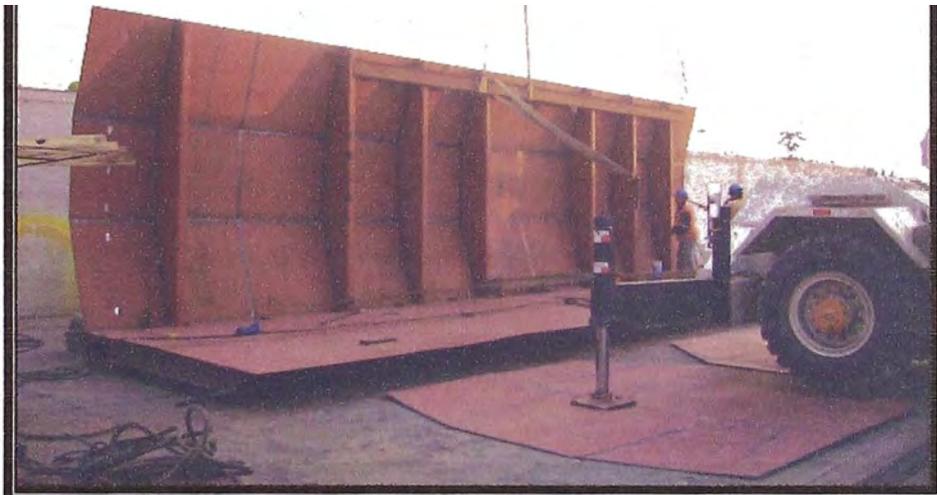
**Figura 4.4,** Armado de las paredes de la cámara del clarificador

#### 4.6.12.4 Cuarto paso

Teniendo el fondo, caras laterales y las caras frontales ya soldadas de la celda, se prosigue con la unión de estas; primero se iza una cara lateral con la ayuda del puente grúa y se coloca sobre el fondo, dejando una distancia de 50mm entre el extremo del fondo y la ubicación de la cara lateral, ver figura 4.5, estos es para facilitar la aplicación del cordón de soldadura por el lado exterior a la celda. Se realiza la presentación en la posición final de la cara lateral sobre el fondo a través de puntos de soldadura y elementos de arriostre (como tubos o perfiles angulares, los cuales serán retirados posteriormente); se procede de igual forma con la otra cara lateral y por ultimo se izan las caras frontales quienes determinarán la abertura final que debe haber entre las caras laterales, ver figuras 4.6 y 4.7; teniendo ya ensambladas todas las caras de la celda a través de puntos de soldadura

o elementos de arrioste se prosigue con la aplicación de los cordones de soldadura desde la parte interior de la celda.

Este mismo procedimiento se realiza para armar las paredes del la cámara del clarificador, ver figuras 4.8 y 4.9.



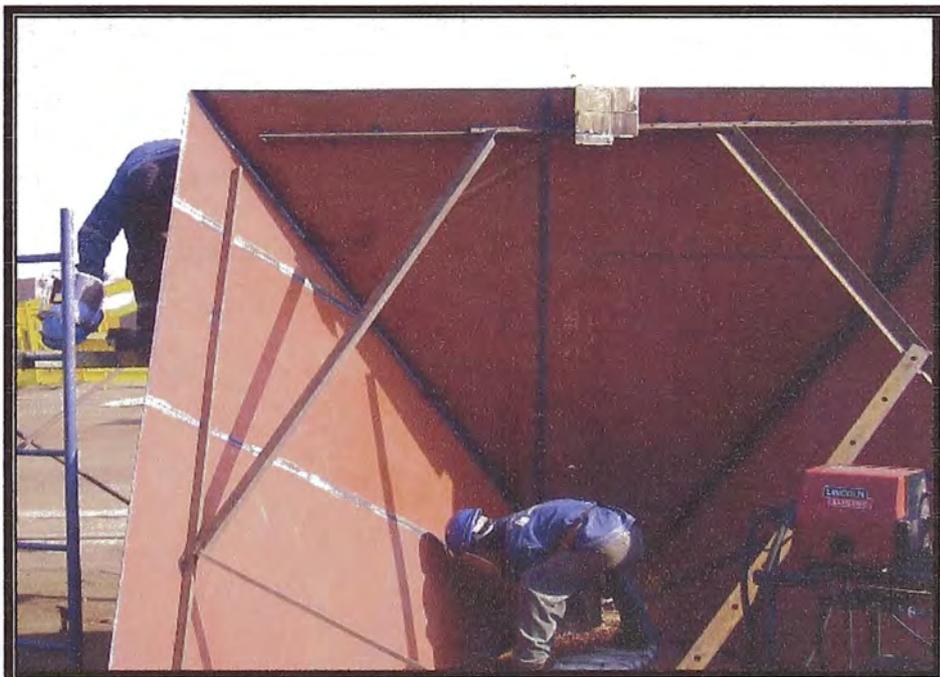
**Figura 4.5,** Izamiento de la cara lateral sobre el fondo



**Figuraa 4.6,** Izamiento de la cara frontal sobre el fondo



**Figura 4.7,** Izamiento de caras laterales y frontales sobre el fondo



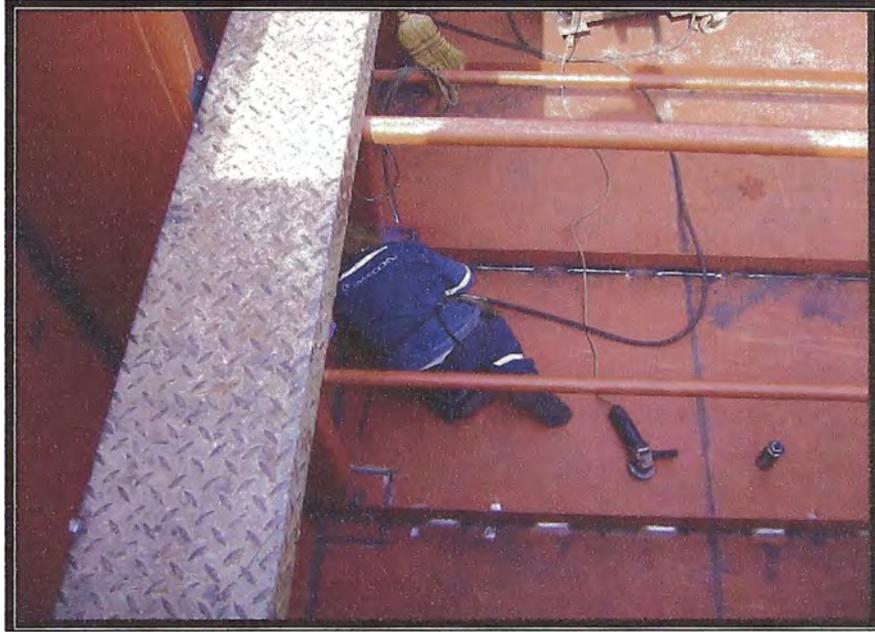
**Figura 4.8,** Armado de la cámara del clarificador



**Figura 4.9,** Armado de la cámara del clarificador

#### 4.6.12.5 Quinto paso

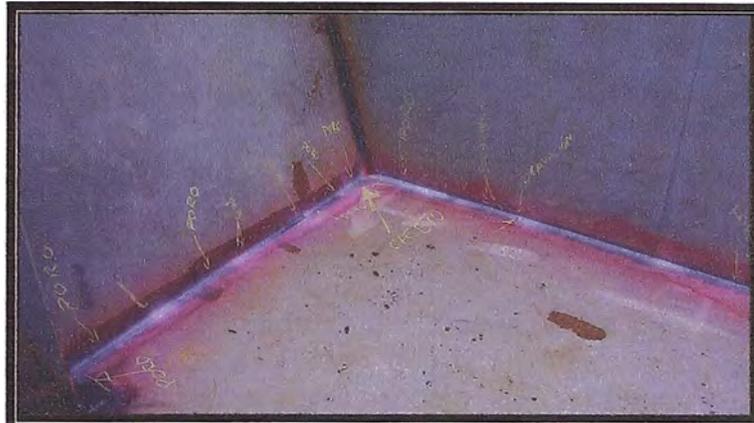
Se comienza a soldar por la parte interna, ver figura 4.10, para así una vez terminado de soldar todas las uniones se aplique los tintes penetrantes sobre los cordones desde la parte interior y el elemento revelador se aplica por el lado opuesto para facilitar la visualización de los posibles defectos de soldadura que se puedan presentar, ver figuras 4.11 y 4.12.



**Figura 4.10,** Proceso de soldadura por la parte interna de la celda



**Figura 4.11,** Aplicación de tintes penetrantes



**Figura 4.12,** Aplicación de tintes penetrantes

#### 4.6.12.6 Sexto paso

Terminado la aplicación de tintes penetrantes se prosigue con el soldeo de las uniones desde la parte exterior a la celda, ver figura 4.13.



**Figura 4.13,** Proceso de soldadura por la parte exterior

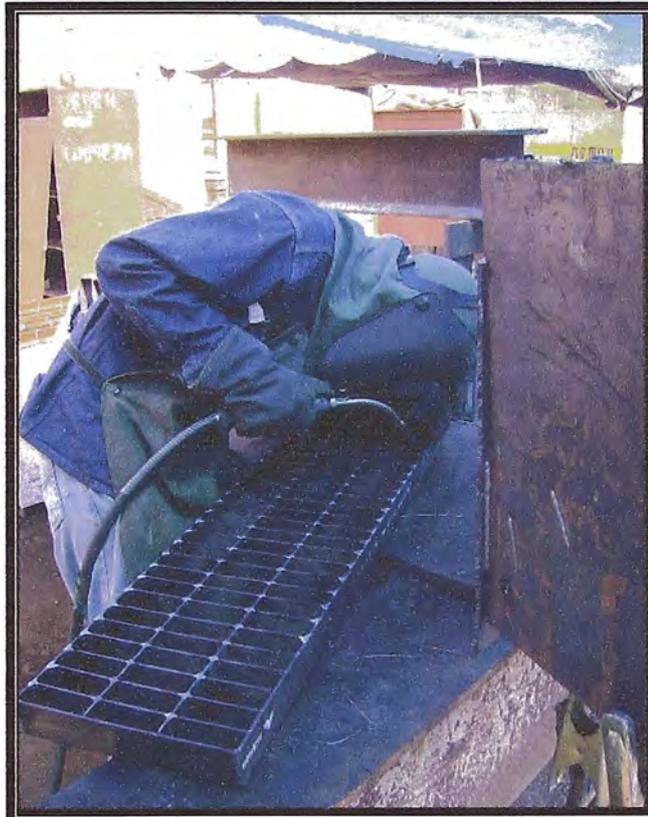
#### 4.6.12.7 Séptimo paso

Colocación de los refuerzos de borde de la celda, estos elementos tienen la forma de una “zeta” y se sueldan a todo lo largo de su borde superior para darle mayor rigidez y enderezar la parte superior de las caras de la celda, ver figura 4.14, otro propósito de su colocación es que también sirve con soporte para la instalación de grating o parrillas que servirán como piso, ver figura 4.15.

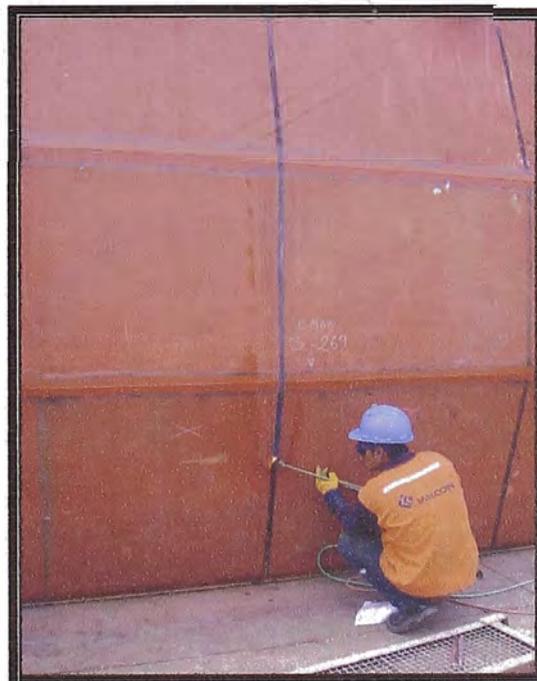
Paralelo al soldeo de los refuerzos de borde se realiza el enderezado de las zonas que por efecto de la temperatura proveniente del proceso de soldadura se han deformado, el enderezado se realiza por medio de golpes propinados a dichas zonas, pero con tacos de madera que sirven de amortiguación para no dañar la pintura base o en otros casos se realiza mediante el calentamiento con soplete y por simple acción de enfriamiento al aire libre o con agua, dependiendo de la gravedad de la deformación la zona deformada se endereza, ver figura 4.16.



**Figura 4.14,** Instalación de refuerzos en el borde de la celda.



**Figura 4.15,** Fabricación de parrillas de piso.

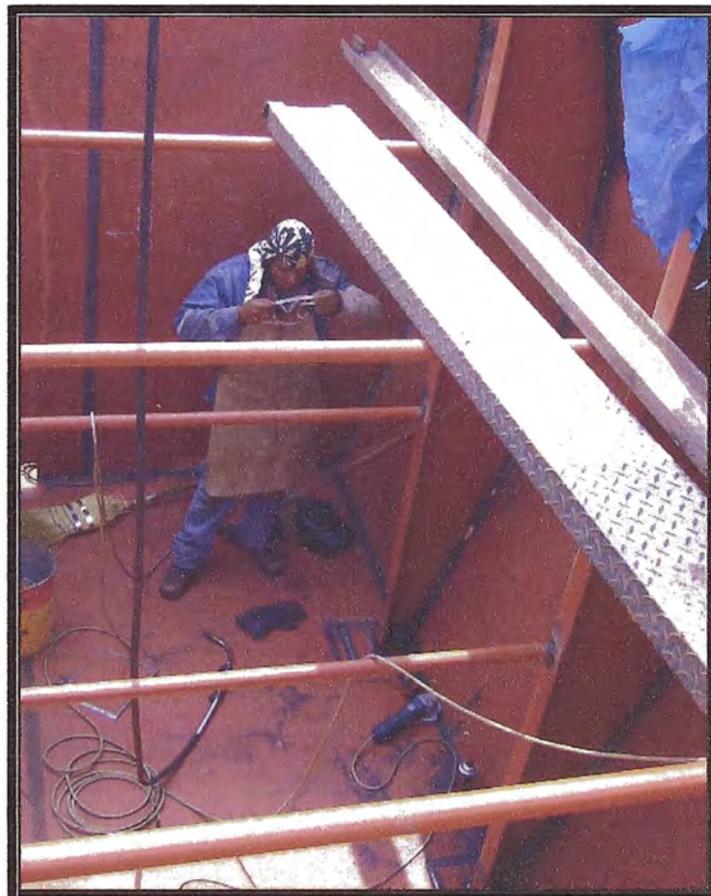


**Figura 4.16,** Enderezado por calentamiento con soplete.

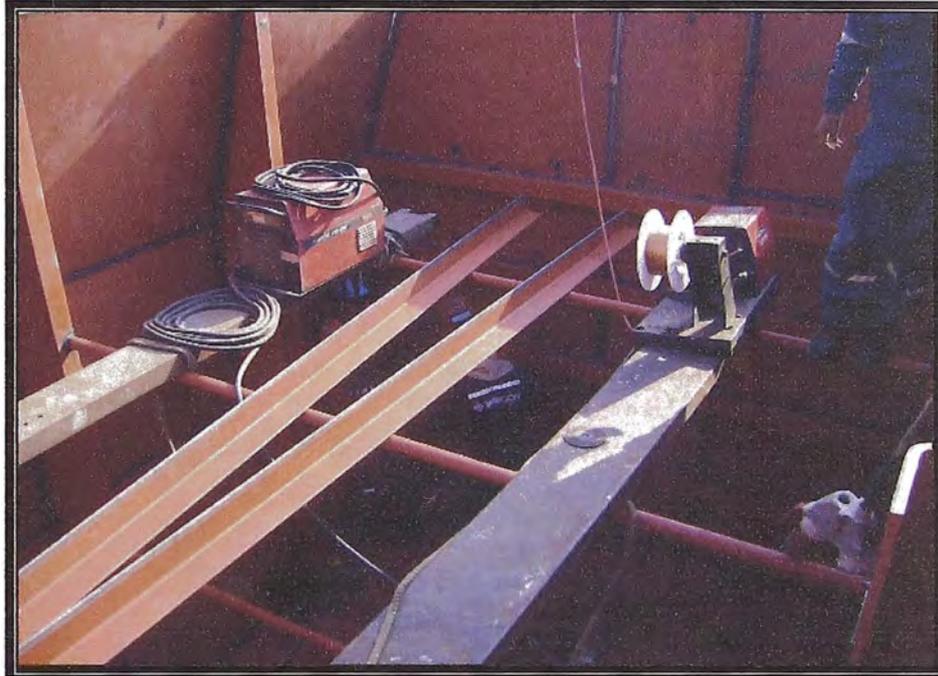
#### 4.6.12.8 Octavo paso

Se instalan los elementos que refuerzan a toda la estructura de la celda como son:

- Tubos transversales ( $\text{Ø } 1 \frac{1}{2}''$  Sch-40 A-53) ubicados en la parte central de cada par de atiesadores existentes, ver figura 4.17.
- Perfiles angulares ( $L 1 \frac{1}{2}'' \times 3/16'' + Pt 1 \frac{1}{2}'' \times 1/4''$ ) ubicados en la parte superior de cada par de atiesadores, ver figura 4.18; estos a su vez también sirven como elementos de soporte transversal para la instalación de parrillas para el piso.



**Figura 4.17,** Instalación de refuerzos, tubos



**Figura 4.18,** Instalación de refuerzos, perfiles angulares

#### 4.6.12.9 Noveno paso

Terminado de armar ambas cámaras, de aireación y clarificador, se procede con la unión de las mismas, esto se realiza con la ayuda del pórtico grúa y un camión hiab de 4 Ton, ver figuras 4.19, 4.20, 4.21 y 4.22.

Después se colocan los refuerzos exteriores, los cuales consisten en canales “C” plegados C4” x 2” que se colocan a lo largo de los cordones de soldadura laterales, ver figuras 4.23 y ángulos L4” x 4” x 1/2” que se colocan en la parte exterior de las caras frontales de la celda, ver figuras 4.24.

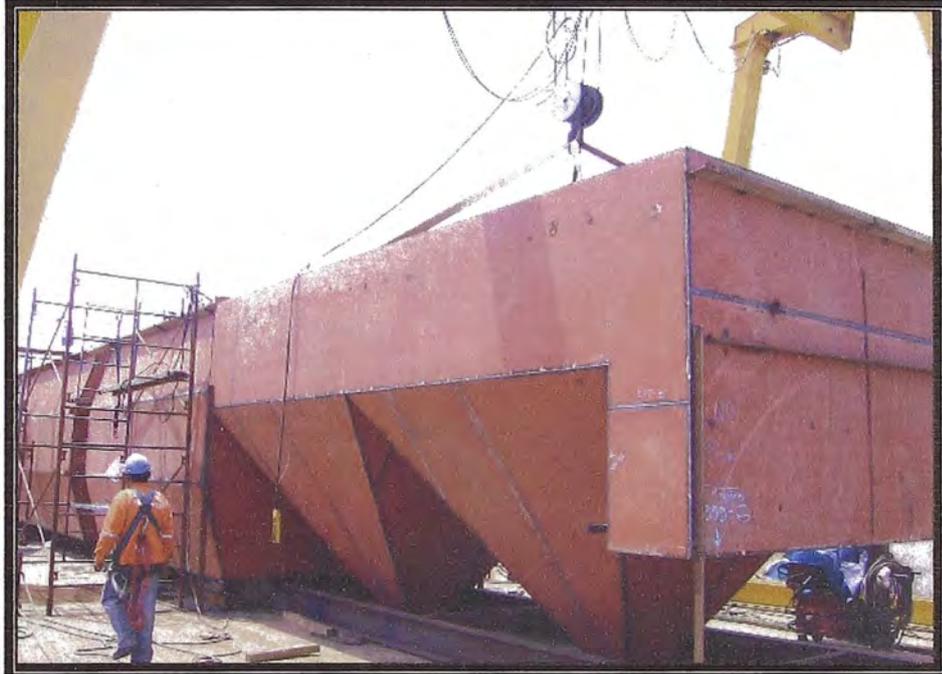
Junto con la instalación de los refuerzos exteriores se realiza la instalación de la barandas las cuales consisten en tubos Ø 1 1/4” sch-std.



**Figura 4.19,** Volteo de la cámara de aireación a su posición final



**Figura 4.20,** Unión de las cámaras de aireación y clarificador



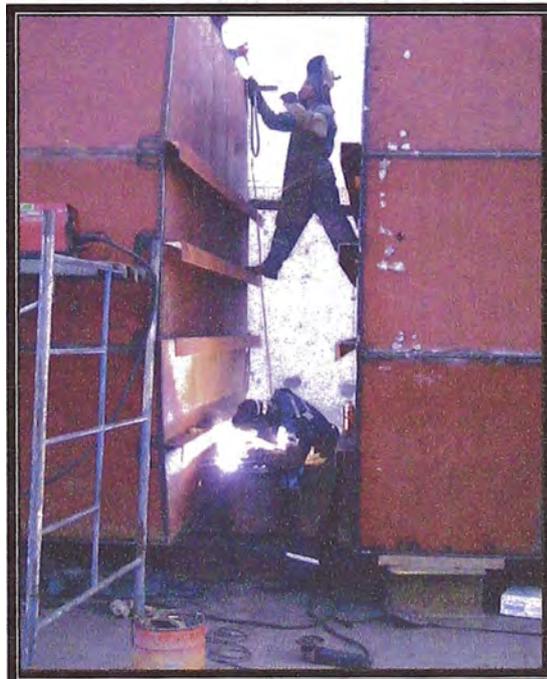
**Figura 4.21,** Unión de las cámaras de aireación y clarificador



**Figura 4.22,** Celda de tratamiento ensamblada por completo



**Figura 4.23,** Instalación de refuerzos laterales, canales



**Figura 4.24,** Instalación de refuerzos frontales, ángulos

#### 4.6.12.10 Décimo paso

Instalación de los accesorios como: dos bridas de  $\text{Ø } 6''$  para el ingreso y salida del agua a tratar, tuberías de retorno de lodos y skimmer de  $\text{Ø } 3''$  Sch-40, tuberías de  $\text{Ø } 1 \frac{1}{2}''$  que sirven para suministrar aire a los difusores y por último esta la instalación de los difusores a través de los cuales se inyecta aire a la mezcla de agua a tratar, ver figuras 4.25.



**Figura 4.25,** Instalación de accesorios, bridas y niples

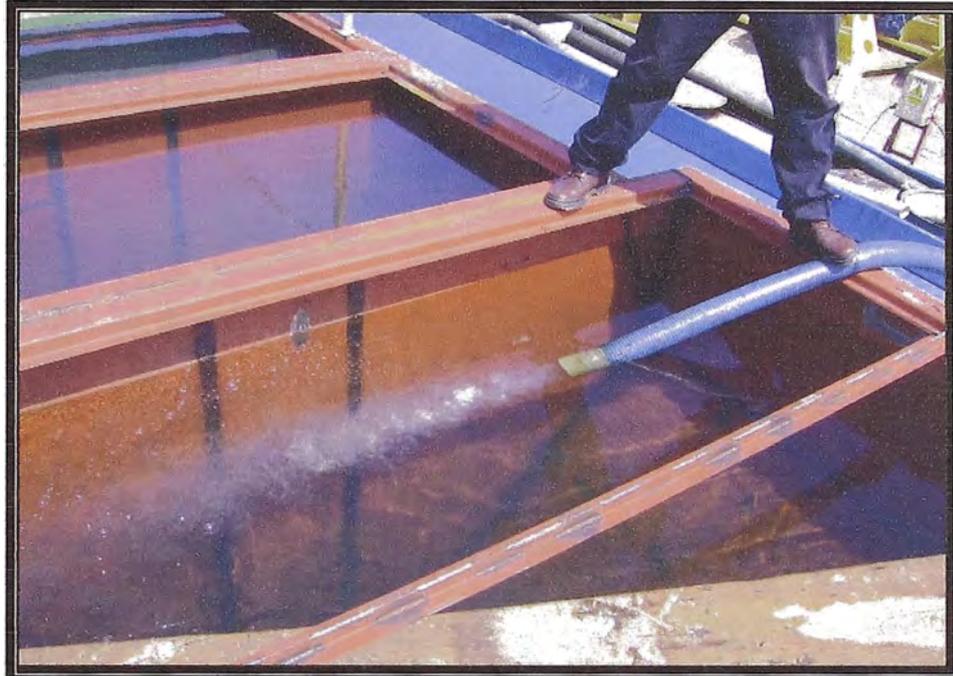
#### 4.6.12.11 Décimo primer paso

Soldado he instalado todas las caras y refuerzos de la celda se prosigue con la prueba de estanqueidad la cual consiste en llenar las cámaras de la celda con agua , traída en cisternas, ver figura 4.26, hasta 4'' antes del nivel superior y dejarlo con todo ese volumen por 24 horas, ver figura 4.27, después de ese tiempo se inspecciona todos los cordones de soldadura para observar los posibles defectos, la

ubicación de los defectos es sencillo ya que se apreciará húmeda la parte por la cual no se realizó bien la fusión entre el material base y el material de aporte, a este proceso comúnmente lo denominan “cuando la celda llora”. Si existieran zonas por donde haya filtraciones de líquido se marcan con tiza y luego de desalojar todo el agua de la celda se procede a la reparación a través de la limpieza con esmeril en una longitud  $\pm 1$ ” de la zona ubicada para volver a soldar. La verificación de este tramo de soldadura se hace con la inspección por tintes penetrantes.



**Figura 4.26,** Llenado de la celda con agua de una cisterna para realizar prueba de estanqueidad



**Figura 4.27,** Nivel de agua 4” antes del nivel superior.

#### 4.6.12.12 Décimo segundo paso

Una vez soldado he instalado todos los accesorios de la celda, se procede a la limpieza de las zonas cercanas a los cordones de soldadura por medio de escobillas de fierro circulares y también con el lijado a mano. Luego de limpiar todas las áreas afectadas por el proceso de ensamble se procede a aplicar la segunda y tercera capa de pintura exterior y la segunda capa de pintura interior.

### **4.7 DOSSIER DE CALIDAD**

#### 4.7.1 Objetivo y alcance

Determinar una secuencia de actividades aplicables a la recopilación y organización de datos, registros, informes, etc. Para asegurar la calidad de todos procesos que intervienen en la fabricación de equipos y elementos y que cuenten con el respaldo requerido para garantizar las exigencias de calidad del cliente. El

alcance de este procedimiento es aplicable a los documentos que intervienen antes durante y después del proceso de fabricación.

#### 4.7.2 Método

##### 4.7.2.1 General

En el Dossier de calidad se recopilará toda la documentación empleada que será organizada en forma sistemática, a fin de ordenar integralmente las actividades concernientes a la fabricación de la celda de tratamiento de aguas residuales. El control, la revisión y la aprobación del dossier de calidad garantiza que las actividades del proyecto se ejecutaron en concordancia con los requerimientos del cliente.

##### 4.7.2.2 Lista de verificación.

###### 4.7.2.2.1 Control de documentos

Deberán incluir las constancias de inspección. La lista de control de documentos debe de indicar los números de planos y las especificaciones técnicas usadas para la fabricación del elemento.

###### 4.7.2.2.2 Recepción de materiales

Deberán incluir un listado de documentos de respaldo de los materiales adquiridos, verificados y controlados con su respectiva orden de compra emitida por IMECON S.A. y guías de entrega de los materiales y documentación de respaldo, como son:

- Planchas.
- Tuberías.
- Perfiles.
- Accesorios.
- Soldadura.
- Pintura.
- Misceláneos.

#### 4.7.2.2.3 Trazabilidad

Se procederá según los procedimientos incluidos en el plan de gestión de calidad de IMECON. Que es el sistema de control de elementos que serán incorporados al proyecto bajo la premisa de demostrar el uso de materiales aprobados y liberados.

Asimismo, se llevará un control de los elementos suministrados por el cliente, considerando que aquellos satisfacen las especificaciones del proyecto. Estos deberán incluir: Composición química y certificado de calidad para cada uno de los elementos que intervienen en la fabricación y/o montaje de los elementos.

#### 4.7.2.2.4 Control dimensional

Deberán incluir los registros de control dimensional basados en planos y estándares aplicables al proyecto y respetando las tolerancias indicadas en los mismos.

#### 4.7.2.2.5 Especificaciones de soldadura

Deberán incluir los registros relacionados a la etapa de soldeo del equipo y/o elemento.

- Procedimientos de soldadura WPS.
- Calificación de procedimientos de soldadura PQR.
- Calificación de soldadores WPQ.

#### 4.7.2.2.6 Inspección visual de uniones soldadas

Deberán incluir los registros de inspección visual de soldadura los cuales indicarán el estado superficial de la soldadura y su aceptación o rechazo.

- Registros de inspección visual.

#### 4.7.2.2.7 Inspección por ensayos no destructivos

Deberán incluir los informes de los ensayos no destructivos realizados en la fase de fabricación de elementos tales como: Tintes penetrantes.

Realizados a las juntas soldadas del equipo y accesorios del mismo.

#### 4.7.2.2.8 Pruebas

Deberán incluir los registros asociados a las pruebas realizadas a la celda, para demostrar que satisfacen las exigencias del cliente.

- Prueba hidrostática.

#### 4.7.2.2.9 Inspección de recubrimientos superficiales

Deberán incluir la certificación del proceso de pintura (preparación de superficies, medición de espesores en húmedo y en seco).

Además también se incluirán los registros que respalden otros procesos de recubrimientos superficiales.

#### 4.7.2.2.10 Comentarios y recomendaciones

Se debe mencionar algún suceso resaltante ocurrido durante el proceso de fabricación.

## **CAPITULO V**

### **COSTOS**

#### **5.1 PRESUPUESTO DE FABRICACIÓN**

##### **5.1.1 Metrado de materiales**

Obtenidos los planos de ingeniería básica, se realiza el metrado desglosando el equipo o estructura en partes fáciles de visualizar, para ayuda del listado de todas las partes componentes de la celda se utiliza el software (Excel) el cual nos ayuda con los cálculos. Ver figura 5.1.

Tabla 5.1, Metrado de materiales de una celda de tratamiento de aguas residuales PMH-4000

METRADO DE MATERIALES												
DESCRIPCION :		PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES										
CLIENTE :												
PLANOS :		PMH-4000										
AREA :												
		Luz (m) = 3.66										
		Fondo (m) = 24.00										
		Area (m2)= 0.00										
ITEM Nº	DESCRIPCION	UBICACIÓN	UNID.	CANT.	Dimensiones			Long. Total ml.	Peso Unit. Kg.	Area Unit. m2.	PESO TOTAL (KG)	AREA TOTAL (M2)
					Esp. mm.	Ancho ml.	Long. ml.					
	<b>Casco Cámara Aireación</b>		<b>pza.</b>	<b>1</b>								
1	Plancha 6 x 1520 x 6000 A-36	fondo	un.	1.00	6	3.06	15.00	0.00	2161.89	45.90	2,161.89	45.90
2	Plancha 4.5 x 1520 x 6000 A-36	pared lateral	un.	2.00	4.5	3.45	15.00	0.00	1828.07	51.75	3,656.14	103.50
3	Plancha 4.5 x 1520 x 6000 A-36	pared frontal	un.	5.00	4.5	3.35	3.66	0.00	433.12	12.26	2,165.60	
4	Plancha 4.5 x 1520 x 6000 A-36	refuerzo lateral borde	un.	2.00	4.5	0.20	15.00	0.00	105.98	3.00	211.95	6.00
5	Plancha 4.5 x 1520 x 6000 A-36	refuerzo frontal borde	un.	2.00	4.5	0.20	3.06	0.00	21.62	0.61	43.24	1.22
6	Plancha 3/4" x 5' x 20' A-36	oreja de izaje	un.	6.00	19	0.24	0.25	0.00	8.95	0.06	53.69	0.72
7	Plancha 12 x 1520 x 6000 A-36	oreja de izaje base	un.	6.00	12	0.24	0.25	0.00	5.65	0.06	33.91	0.72
8	Plancha 6 x 1520 x 6000 A-36	refuerzo oreja de izaje	un.	6.00	6	0.25	0.20	0.00	2.36	0.05	14.13	0.60
9	Plancha 12 x 1520 x 6000 A-36	oreja de anclaje	un.	6.00	12	0.24	0.25	0.00	5.65	0.06	33.91	0.72
10	Plancha 6 x 1520 x 6000 A-36	oreja de anclaje base	un.	6.00	6	0.24	0.25	0.00	2.83	0.06	16.96	0.72
11	Plancha 6 x 1520 x 6000 A-36	canal refuerzo exterior longitudinal	un.	4.00	6	0.18	15.00	0.00	125.05	2.66	500.20	21.24
12	Plancha 8 x 1520 x 6000 A-36	atiesadores	un.	24.00	8	0.40	3.35	0.00	84.15	1.34	2,019.65	
13	Plancha 6 x 1520 x 6000 A-36	soporte de difusores	un.	30.00	6	0.30	0.39	0.00	5.44	0.12	163.20	
14	Tubo diam 1 1/2"x 20' SCH 40 A-53	refuerzo interior transversal	un.	15.00	0	0.0	3.66	54.90	4.04	0.15	222.02	
15	Plancha 6 x 1520 x 6000 A-36	platina refuerzo fondo	un.	15.00	6	0.15	3.06	0.00	21.62	0.46	324.28	
16	Plancha 6 x 1520 x 6000 A-36	apoyo base de atiesadores	un.	24.00	6	0.20	0.20	0.00	1.88	0.04	45.22	
17	Angulo 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 20' A-36	asiento de parrillas	un.	24.00	0	0.0	3.06	73.44	2.60	0.17	191.25	
18	Plancha 8 x 1520 x 6000 A-36	asiento de parrillas	un.	12.00	8	0.05	3.06	0.00	9.76	0.16	117.15	
19	Angulo 4" x 4" x 3/8" x 20' A-36	angulos refuerzo exterior transversal	un.	12.00	0	0.0	3.66	43.92	14.61	0.45	641.88	19.63
20	Angulo 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 20' A-36	soporte de tuberías	un.	15.00	0	0.0	0.20	3.00	2.60	0.17	7.81	
21	Angulo 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 20' A-36	soporte de tuberías	un.	36.00	0	0.0	0.25	9.00	2.60	0.17	23.44	
22	Plancha 4.5 x 1520 x 6000 A-36	baffle	un.	1.00	4.5	0.90	1.30	0.00	41.33	1.17	41.33	
	<b>Casco Tanque Ecuilizador</b>		<b>pza.</b>	<b>1</b>								
23	Plancha 6 x 1520 x 6000 A-36	fondo	un.	1.00	6	3.06	2.00	0.00	288.25	6.12	288.25	6.12
24	Plancha 4.5 x 1520 x 6000 A-36	pared lateral	un.	2.00	4.5	3.45	2.00	0.00	243.74	6.90	487.49	13.80
25	Plancha 4.5 x 1520 x 6000 A-36	pared frontal	un.	1.00	4.5	3.35	3.66	0.00	433.12	12.26	433.12	12.26
26	Plancha 4.5 x 1520 x 6000 A-36	refuerzo lateral borde	un.	2.00	4.5	0.20	2.00	0.00	14.13	0.40	28.26	0.80
27	Plancha 4.5 x 1520 x 6000 A-36	refuerzo frontal borde	un.	2.00	4.5	0.20	3.06	0.00	21.62	0.61	43.24	1.22
28	Plancha 6 x 1520 x 6000 A-36	canal refuerzo exterior longitudinal	un.	4.00	6	0.18	2.00	0.00	16.67	0.35	66.69	1.42
29	Plancha 6 x 1520 x 6000 A-36	soporte de difusores	un.	4.00	6	0.30	0.39	0.00	5.44	0.12	21.76	
30	Angulo 4" x 4" x 3/8" x 20' A-36	angulos refuerzo interior transversal	un.	4.00	0	0.0	3.66	14.64	14.61	0.45	213.96	
	<b>Casco Tanque Clarificador</b>		<b>pza.</b>	<b>1</b>								
31	Plancha 4.5 x 1520 x 6000 A-36	fondo	un.	2.00	4.5	0.40	0.40	0.00	5.65	0.16	11.30	0.32
32	Plancha 4.5 x 1520 x 6000 A-36	pared lateral	un.	2.00	4.5	6.10	1.58	0.00	340.46	9.64	680.92	19.28

**METRADO DE MATERIALES**

**DESCRIPCION :** PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

**CLIENTE :**

Luz (m) = 3.66

**PLANOS :** PMH-4000

Fondo (m) = 24.00

**AREA :**

Area (m2)= 0.00

ITEM Nº	DESCRIPCION	UBICACIÓN	UNID.	CANT.	Dimensiones			Long. Total ml.	Peso Unit. Kg.	Area Unit. m2.	PESO TOTAL (KG)	AREA TOTAL (M2)
					Esp. mm.	Ancho ml.	Long. ml.					
33	Plancha 4.5 x 1520 x 6000 A-36	pared frontal	un.	0.00	4.5	1.58	3.66	0.00	204.28	5.78	0.00	0.00
34	Plancha 4.5 x 1520 x 6000 A-36	pared inclinada	un.	6.00	4.5	1.50	6.00	0.00	317.93	9.00	1,907.55	54.00
35	Plancha 4.5 x 1520 x 6000 A-36	refuerzo lateral borde	un.	2.00	4.5	0.20	6.10	0.00	43.10	1.22	86.19	2.44
36	Plancha 4.5 x 1520 x 6000 A-36	refuerzo frontal borde	un.	2.00	4.5	0.20	3.05	0.00	21.55	0.61	43.10	1.22
37	Angulo 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 20' A-36	soporte de tuberias	un.	1.00	0	0.0	6.10	6.10	2.60	0.17	15.89	
38	Angulo 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 20' A-36	soporte de tuberias	un.	1.00	0	0.0	1.48	1.48	2.60	0.17	3.85	
39	Angulo 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" x 20' A-36	soporte de tuberias	un.	1.00	0	0.0	2.23	2.23	2.60	0.17	5.79	
40	Angulo 4" x 4" x 3/8" x 20' A-36	angulos refuerzo exterior	un.	2.00	0	0.0	8.80	17.60	14.61	0.45	257.22	7.87
41	Plancha 6 x 1520 x 6000 A-36	baffle	un.	2.00	6	1.30	3.05	0.00	186.75	3.97	373.50	
42	Plancha 6 x 1520 x 6000 A-36	vertedero	un.	1.00	6	0.53	6.10	0.00	152.27	3.23	152.27	
43	Plancha 6 x 1520 x 6000 A-36	vertedero	un.	1.00	6	0.19	6.10	0.00	54.59	1.16	54.59	
44	Perno diam 3/8" x 1 1/2" c/T y Apl. Galvanizado	vertedero	un.	10.00	0	0.0	0.04	0.38	0.04	0.00	0.44	
	<b>Casco Contact Tank</b>		<b>pza.</b>	<b>1</b>								
45	Plancha 4.5 x 1520 x 6000 A-36	fondo	un.	1.00	4.5	0.92	3.66	0.00	118.95	3.37	118.95	3.37
46	Plancha 4.5 x 1520 x 6000 A-36	pared lateral	un.	2.00	4.5	0.92	2.26	0.00	73.45	2.08	146.90	4.16
47	Plancha 4.5 x 1520 x 6000 A-36	pared frontal	un.	2.00	4.5	2.26	3.66	0.00	292.19	8.27	584.39	16.54
48	Plancha 4.5 x 1520 x 6000 A-36	refuerzo lateral borde	un.	2.00	4.5	0.20	0.92	0.00	6.50	0.18	13.00	0.37
49	Plancha 4.5 x 1520 x 6000 A-36	refuerzo frontal borde	un.	2.00	4.5	0.20	3.66	0.00	25.86	0.73	51.72	1.46
50	Plancha 6 x 1520 x 6000 A-36	baffle	un.	5.00	6	0.55	1.83	0.00	47.41	1.01	237.03	
	<b>Pasarela</b>		<b>pza.</b>	<b>1</b>								
51	Grating c/ Pt 1,1/4"x3/16" @32 x Ø3/8" @100mm A36		un.	1.00	0	1.00	<b>38.03</b>	0.00	47.5	2.95	0.00	
	<b>Barandas</b>											
52	Tubo diam 1.1/4"x 20' STD. A-53	contorno	un.	2.00	0	0.0	<b>52.08</b>	104.16	2.95	0.13	307.36	13.75
53	Tubo diam 1.1/4"x 20' STD. A-53	parante	un.	66.00	0	0.0	0.90	59.40	2.95	0.13	175.28	7.84
54	Plancha 6 x 1520 x 6000 A-36	guarda pie	un.	1.00	6	0.10	52.08	0.00	249.22	5.29	249.22	5.29
55	Codo 90 x 1,1/4" Soldable, 150 lbs, Ac.C		un.	8.00	0	0.0	0.04	0.30	0.50	0.01	4.00	0.08
56	Plancha 6 x 1520 x 6000 A-36	placa base	un.	66.00	6	0.07	0.10	0.00	0.31	0.01	20.21	0.43
57	Plancha 6 x 1520 x 6000 A-36	refuerzo baranda-placa base	un.	66.00	6	0.07	0.08	0.00	0.27	0.01	18.10	0.38
58	Perno diam 3/8" x 1 1/2" c/T y Apl.		un.	132.00	0	0.0	0.04	5.03	0.04	0.00	5.74	0.14
	<b>Escalera</b>											
59	Plancha 3/8" x 5' x 20' A-36	larguero	un.	2.00	9.53	0.06	3.92	0.00	18.62	0.25	37.24	0.50
60	Plancha 3/8" x 5' x 20' A-36	sujecion	un.	6.00	9.53	0.06	0.60	0.00	2.85	0.04	17.10	0.23
61	Fe. Rdo. 3/4" x 20' A-36	peldaño	un.	10.00	0	0.0	0.46	4.60	2.22	0.06	10.22	0.28
62	Plancha 3/8" x 5' x 20' A-36	soportes	un.	6.00	9.53	0.06	0.23	0.00	1.09	0.01	6.56	0.09
63	Perno diam 1/2" x 1 1/2" c/T y Apl.		un.	12.00	0	0.0	0.04	0.46	0.10	0.00	1.16	0.02



### 5.1.2 Análisis de precios

El análisis lo hicimos dividiendo en campos referentes a los materiales utilizados, ingeniería de taller, mano de obra que interviene, equipos empleados, consumibles, arenado, pintado, terceros en los cuales nos apoyamos y el costo del embalaje e izaje sobre plataforma de camión, es hasta este último donde llega nuestro alcance. Ver figura 5.2.

**Tabla 5.2, Análisis de precios unitarios de una celda de tratamiento de aguas residuales PMH-4000**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS POR PARTIDA							
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES							
Preparacion de Presupuesto N° IP-049-2009-Rev.0							
NOMBRE DE PARTIDA :		PMH-4000, T/E		Partidas No:		Pagina	1 de
						Fecha	13/02/2009
DESCRIPCION :		Suministro, Fabricación, Arenado, Pintado, Embalaje				Lugar	Planta IMECON
No Incluye :						Ppto N°	IP-049-2009-Rev.0
UNIDAD		KG	M2	Rendimiento:	Kg/hh	Jornada (hr/dia)=	10
CANTIDAD exterior		21,041.24	378.93	Global	4.61	Plazo (dias) =	87.85
interior				1,090.44			
barandas				29.02			
Hecho por:		CBC	Revisado por:	CGD	Aprobado por:	CGD	
IT.	CONCEPTO	Plazo dias	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO USS	TOTAL USS	
<b>1 MATERIALES</b>							
1.1	Materiales de Acero A36		Kg	21,041.24	0.92	19,458.29	
1.2	Parrilla		m2	38.03	118.75	4,515.47	
1.3	Valv. Bola Ø1,1/2"		Un.	17.00	25.00	425.00	
1.4	Union Universal 3"*150*AC		Un.	2.00	22.00	44.00	
1.5	Union Universal 12"*150*AC		Un.	0.00	0.00	0.00	
<b>TOTAL MATERIALES</b>						<b>24,442.76</b>	
<b>2 INGENIERIA - TALLER</b>		3.09	dias	Rendimiento (kg/h-h) :		170.00	
2.1	Diseñador	1.00	H-H	30.94	7.00	216.60	
2.2	Proyectista	1.00	H-H	30.94	6.00	185.66	
2.3	Checker	1.00	H-H	30.94	5.00	154.71	
2.4	Dibujante	1.00	H-H	30.94	3.50	108.30	
		<b>4.00</b>					
<b>TOTAL INGENIERIA</b>						<b>665.27</b>	
<b>3 MANO DE OBRA - TALLER</b>		59.86	dias	Rendimiento (kg/h-h) :		6.50	
3.1	Supervisor	0.20	H-H	124.50	4.99	621.71	
3.2	Operario	1.00	H-H	622.52	3.68	2,293.24	
3.3	Oficial	1.00	H-H	622.52	2.37	1,477.95	
3.4	Ayudante	1.00	H-H	622.52	1.91	1,189.23	
3.5	Soldador	2.00	H-H	1,245.04	4.10	5,101.24	
		<b>5.20</b>					
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>						<b>10,683.38</b>	
<b>4 EQUIPOS TALLER</b>			100%				
4.1	Maquina de Soldar		H-M	1,245.04	1.00	1,245.04	
4.2	Esmeril		H-M	622.52	0.30	186.76	
4.3	Equipo de corte-manual		H-M	622.52	0.29	180.53	
4.4	Taladro	15.0%	H-M	93.38	0.65	60.70	
4.5	Puente Grúa 10 Ton	10.0%	H-M	62.25	10.00	622.52	
4.6	Equipos Varios (Tecles, Tirfor, Gatas, etc.)	10.0%	H-M	62.25	2.08	129.48	
<b>TOTAL EQUIPOS TALLER</b>						<b>2,425.03</b>	
<b>5 CONSUMIBLES TALLER</b>							
5.1	Soldadura	Electrica =	1.5%	KG	315.6	3.40	1,073.10
5.2	Disco Esmeril	un/Ton =	3.0	UN	63.1	3.00	189.37
5.3	Oxigeno	M3/Ton =	5.1	BT	13.4	15.60	209.26
5.4	Acetogen	kg/m3 (O2) =	0.25	KG	26.8	7.62	204.43
5.5	Tintes Penetr.	Jgos/Ton =	0.35	JGO.	7.36	40.00	294.58
5.6	Agua			m3	151.00	2.30	347.30
5.7	Consumibles, herramientas menores			% MO	3.0%	10,683.38	320.50
<b>TOTAL CONSUMIBLES - TALLER</b>						<b>2,638.53</b>	

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS POR PARTIDA

### PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Preparacion de Presupuesto N° IP-049-2009-Rev.0

NOMBRE DE PARTIDA :	PMH-4000, T/E		Partidas No:		Pagina	1 de
					Fecha	13/02/2009
DESCRIPCION :	<b>Suministro, Fabricación, Arenado, Pintado, Embalaje</b>				Lugar	Planta IMECON
No Incluye :					Ppto N°	IP-049-2009-Rev.0
UNIDAD	KG	M2	Rendimiento:	Kg/hh	Jornada (hr/dia)=	10
CANTIDAD exterior	<b>21,041.24</b>	<b>378.93</b>	Global	4.61	Plazo (días) =	87.85
interior		<b>711.50</b>	1,090.44			
barandas		<b>29.02</b>				
Hecho por:	CBC	Revisado por:	CGD	Aprobado por:	CGD	
<b>IT.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Plazo días</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNITARIO US\$</b>	<b>TOTAL US\$</b>
<b>6</b>	<b>ARENADO EN TALLER</b>	<b>3.44</b>	<b>días</b>	<b>Rendmto: SP6</b>	<b>m2/dia</b>	<b>110.00</b>
6.1	<b>Materiales</b>					
6.1.1	Granalla Metalica	Ro:(m2/Kg)=	70	KG	15.58	1.70
6.1.2	Petroleo	Consumo:(Gln/dia)=	28	GAL.	277.57	3.20
						<b>914.69</b>
6.2	<b>Mano Obra</b>					
6.2.1	Arenador	1		H-H	99.13	3.68
6.2.2	Ayudante	2		H-H	198.26	1.91
		<b>3</b>			<b>297.39</b>	<b>743.92</b>
6.3	<b>Equipos</b>					
6.3.1	Compresora Petrolera			H-E	99.13	6.00
6.3.2	Equipo de Arenado			H-M	99.13	10.00
6.3.3	Montacarga	10.0%		H-M	9.91	10.00
					208.17	<b>1,685.22</b>
	<b>TOTAL ARENADO EN TALLER</b>			US\$/M2 =	3.07	<b>3,343.84</b>
<b>7</b>	<b>PINTADO EN TALLER</b>	<b>3.79</b>	<b>días</b>	<b>Rendmto:</b>	<b>m2/dia</b>	<b>100.00</b>
7.1	<b>Materiales</b>		M2/Gln			
7.1.1	Base: Epoxi primer(1 x 2 mils) Amer 71 - exte	21.15		GAL	19.00	23.00
7.1.2	Acabado: Epoxico (2 x 4 mils) Amer 400 - exte	7.78		GAL	50.00	29.00
7.1.3	Base: Epoxi primer(1 x 2 mils) Amer 71- inte	21.15		GAL	35.00	23.00
7.1.4	Acabado: Epoxico (1 x 14 mils) Amer 78HB-	5.01		GAL	143.00	21.00
7.1.5	Resane de pintura	5.0%		GAL	12.35	29.00
7.1.6	Diluyente Epoxico	20.0%		GAL	49.40	11.70
7.1.7	Thinner	20.0%		GAL.	49.40	3.50
						<b>6.240</b>
						<b>6,804.03</b>
7.2	<b>Mano Obra</b>					
7.2.1	Pintor	4		H-H	436.17	2.96
7.2.2	Ayudante	4		H-H	436.17	1.98
		<b>8</b>			<b>872.35</b>	<b>1.98</b>
						<b>2,154.70</b>
7.3	<b>Equipos</b>					
7.3.1	Compresora Electrica	50.0%		H-E	218.09	3.50
7.3.2	Equipo de Pintura			H-M	436.17	0.65
7.3.3	Montacarga	5.0%		H-M	21.81	10.00
					676.07	<b>1.16</b>
	<b>TOTAL PINTADO EN TALLER</b>			US\$/M2 =	9.38	<b>10,223.64</b>

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS POR PARTIDA**

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

Preparacion de Presupuesto N° IP-049-2009-Rev.0

NOMBRE DE PARTIDA :		PMH-4000, T/E	Partidas No:		Pagina	1 de
					Fecha	13/02/2009
DESCRIPCION :		Suministro, Fabricación, Arenado, Pintado, Embalaje			Lugar	Planta IMECON
No Incluye :					Ppto N°	IP-049-2009-Rev.0
UNIDAD	KG	M2	Rendimiento:	Kg/hh	Jornada (hr/dia)=	10
CANTIDAD exterior	21,041.24	378.93	Global	4.61	Plazo (dias) =	87.85
interior		711.50	1,090.44			
barandas		29.02				
Hecho por:	CBC	Revisado por:	CGD	Aprobado por:	CGD	
<b>IT.</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Plazo días</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNITARIO US\$</b>	<b>TOTAL US\$</b>
<b>8</b>	<b>TERCEROS PARA FABRICACION</b>					
8.1	Taladrado	0.0%	Un.	0.0	2.0	0.00
8.2	Calificación de Soldadores		Un.	2.0	35.0	70.00
8.3	NDT y dossier de calidad		Kg	21041.2	0.030	631.24
8.4	placas radiográficas		Un.	0.0	12.0	0.00
8.5	Torno	0.0%	hr.	0.0	30.0	0.00
8.6	Plegado		Kg.	3458.6	0.25	864.65
	<b>TOTAL TERCEROS - FABRICACION</b>					<b>1,565.89</b>
<b>9</b>	<b>EMBALAJES Y TRANSPORTE A OBRA</b>			Rendmto:	dia/viaje	1.00
9.1	<b>Materiales</b>					
9.1.1	Materiales de Acero para Estibaje	0.3%	kg	63.12	0.90	56.81
9.1.2	Materiales de Madera para Estibaje	50.0%	Glob.	1.00	56.81	28.41
9.1.3	Otros	10.0%	Glob.	1.00	85.22	8.52
						<b>93.74</b>
9.2	<b>Mano Obra</b>					
9.2.1	Oficial	1	25.0%	H-H	12.50	1.73
9.2.2	Ayudante	2	25.0%	H-H	25.00	1.15
					37.50	<b>50.38</b>
9.3	<b>Equipos</b>	TON/Viaje				Planta IMECON
9.3.1	Camion Semi Trayler 30 Ton	18	Viajes	5.00	0.00	0.00
9.3.2	Puente Grua 10 Ton	5.0%	H-M	25.00	10.00	250.00
9.3.3	Hiab 6 Ton	0.0%	H-M	0.00	12.00	0.00
9.3.4	Montacarga 4 Ton	0.0%	H-M	0.00	22.50	0.00
				25.00		<b>250.00</b>
	<b>TOTAL TRANSPORTE A OBRA</b>					<b>394.11</b>
	<b>COSTO TOTAL DE FABRICACION</b>				<b>US\$</b>	<b>55,988.33</b>
	<b>COSTO TOTAL DE EMBALAJES</b>				<b>US\$</b>	<b>394.11</b>
	<b>COSTO TOTAL DE MONTAJE</b>				<b>US\$</b>	<b>0.00</b>
				<b>COSTO DIRECTO TOTAL</b>	<b>US\$ :</b>	<b>56,382.45</b>
				<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>US\$/KG :</b>	<b>2.68</b>
				<b>GASTOS GENERALES US\$ :</b>	<b>10.0%</b>	<b>5,638.24</b>
				<b>APORTE OFICINA CENTRAL US\$ :</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.00</b>
				<b>UTILIDAD US\$ :</b>	<b>13.6%</b>	<b>7,684.93</b>

**PRECIO DE VENTA TOTAL US\$ : 69,705.62**  
**PRECIO DE VENTA UNITARIO US\$/KG : 3.313**

LOS PRECIOS NO INCLUYEN EL 19% DEL IGV

### 5.1.3 Resumen de precios

En el resumen de precios se muestra el monto total de cada ítem y su respectivo ratio que es de importancia para futuras comparaciones o para tener una idea si nuestro presupuesto está entre los rangos de ratios de proyectos anteriores similares. Ver figura 5.3.

Tabla 5.3, Resumen general de precios para una celda de tratamiento de aguas residuales PMH-4000

<b>RESUMEN DE PRESUPUESTO</b>							FR-GCPP-012 EMISION: 19/02/2007 REVISION: 0		
<b>PROYECTO :</b>		<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>				<b>IP-049-2009-Rev.0</b>			
<b>CLIENTE :</b>						<b>Hecho Por: CBC</b>			
<b>CONTRATO :</b>						<b>Fecha: 13-02-09</b>			
<b>PLAZO DE EJECUCIÓN :</b>		49 dias							
ITEM	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	FABRICACIÓN		PARCIAL		% C. Directo	% V. Venta	
			US\$	US\$/Kg	US\$	US\$/Kg			
1	INGENIERIA		665.27	0.032					
2	MATERIALES BÁSICOS		24,442.76	1.162					
3	CONSUMIBLES								
	Abrasivos		189.37	0.009					
	Soldadura		1,073.10	0.051					
	Gases		413.68	0.020					
	Otros	Embalajes	394.11	0.019					
4	ACABADOS								
	Pinturas y diluyentes	1 x 6 mils	6,804.03	0.323					
	MOD de pintado		2,154.70	0.102					
	Equipo de pintado		1,264.91	0.060					
	MOD de limpieza de superficial	SSPC-SP6	743.92	0.035					
	Consumibles para limpieza superficial		914.69	0.043					
	Equipos para limpieza superficial		1,685.22	0.080					
5	COMBUSTIBLES	Inc. en Equipos							
6	EQUIPO MENOR Y HERRAMIENTAS		1,802.51	0.086					
7	EQUIPO MAYOR Y GRUAS		622.52	0.030					
8	MANO DE OBRA DIRECTA		10,683.38	0.508					
9	SERVICIOS DE TERCEROS		864.65	0.041					
10	COSTOS DE QA/QC		1,663.62	0.079					
<b>COSTO DIRECTO</b>			<b>56,382.45</b>	<b>2.680</b>					
Costo sin Materiales Básicos			31,939.69	1.52					
<b>GASTO GENERAL</b>									
GG taller			5,638.24	0.27					
GG obra			0.00	0.00					
<b>UTILIDAD</b>			<b>11%</b>	<b>7,684.93</b>	<b>0.37</b>				
<b>VALOR VENTA</b>			<b>69,705.62</b>	<b>3.313</b>					
<b>% de Participación</b>									
Total MOD ( HH)			4,568.13						
Total HM" Grúa 120 Tn			0.00						
Total HM" Grúa hiab 12 Tn			4.81						
<b>Peso Total</b>			<b>21,041.24</b>						
<b>Area Total</b>			<b>1,090.44</b>						
<b>VALOR UNITARIO (US\$/Kg)</b>			<b>3.31</b>						

#### 5.1.4 Gastos generales de taller

Los gastos generales son los costos que resultan de la realización del proyecto ya sea en mano de obra calificada, gastos administrativos y seguridad. Ver figura 5.4.

**Tabla 5.4,** Gastos generales de taller para una celda de tratamiento de aguas residuales PMH-4000

<b>GASTOS GENERALES TALLER</b>						
DESCRIPCION: GASTOS GENERALES TALLER		50 DIAS	TIEMPO (MESES):			<b>1.67</b>
PARTIDA:	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		# OBREROS CIVILES:			<b>0.00</b>
CLIENTE:			# OBREROS MECANICOS:			<b>6.00</b>
ITEM	DESCRIPCION	TIEMPO MESES	CANTID	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL US\$	TOTAL US\$
<b>1</b>	<b>ADMINISTRACION</b>	% USO				
1.01	ING. DE PROYECTO	<b>100%</b>	1.67	1 pers	700. \$/mes	1,166.67
1.02	ING. CALIDAD	<b>100%</b>	1.67	1 pers	700. \$/mes	1,166.67
1.03	ING. SEGURIDAD	<b>10%</b>	1.67	1 pers	700. \$/mes	116.67
1.04	ALMACENERO	<b>10%</b>	1.67	1 pers	400. \$/mes	66.67
1.05	SUPERVISION	<b>50%</b>	1.67	1 pers	500. \$/mes	416.67
	<b>SUBTOTAL ADM - SUPERV (US\$)</b>			<b>7 pers</b>		<b>2,933.33</b>
<b>2</b>	<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>					
2.01	ADMINISTRACION LIMA (% P.V)	<b>1% (56,382)</b>		1 gbl		281.91
2.02	GARANTIAS, GASTOS FINANCIER	<b>0.83% (16,915)</b>	1.67	1 gbl		234.93
2.03	CARTA FIANZA DE ADELANTO	<b>0.25% (20,128)</b>	1.67	1 gbl		84.04
2.04	TELEFONO		1.67	1 gbl	50.00 \$/mes	83.33
2.05	AGUA		150.	m3	2.30 \$/m3	345.00
2.06	ENERGIA ELECTRICA		8000.	KWH	0.10 \$/KWH	800.00
2.07	IMPREVISTOS	<b>0.70% (56,382)</b>	1.00	1 gbl		394.68
	<b>SUBTOTAL GASTOS ADM (US\$)</b>					<b>2,223.88</b>
<b>3</b>	<b>EPP's</b>					
3.01	EQUIPO DE SEGURIDAD					450.00
3.02	INDUCCION PERSONAL	1 días		6 pers	5.00 \$/dia	30.00
	<b>SUBTOTAL FACILIDADES (US\$)</b>					<b>480.00</b>
<b>TOTAL GASTOS GENERALES</b>					<b>US\$</b>	<b>5,637.22</b>
<b>% COSTO DIRECTO</b>						<b>10.00%</b>

## CONCLUSIONES

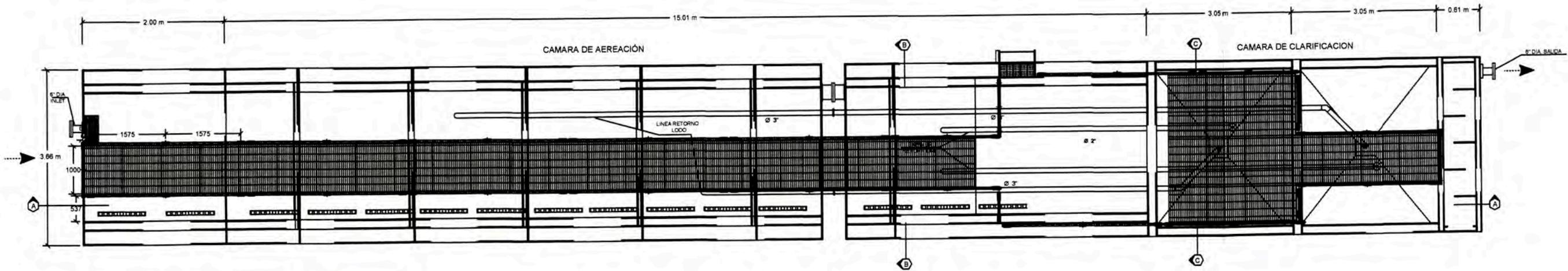
1. Se debe tener bien claro el alcance del proyecto, especificaciones, planos de ingeniería básica para así no tener reprocesos o demoras en las fabricaciones.
2. El proceso de logística es muy importante debido que si no se tiene bien en claro las especificaciones del cliente se puede cometer el error de compra un producto que no sea aceptado por el cliente.
3. La trazabilidad de los materiales se deben hacer ni bien el material ingrese al almacén, esto es con la finalidad de no entreverar los materiales de los diferentes proyectos que tenga la empresa. La trazabilidad también se da después que el material ha sido habilitado para lograr un correcto armado de las piezas, esto se realiza con marcadores metálicos (tipos) que dejan una marca en bajo relieve.
4. El correcto trazado de un material depende de las instrucciones que el Ingeniero de proyecto o supervisor le hayan impartido a los operarios.
5. Si bien es cierto el operario puede hacer su trabajo con solo leer el plano, pero siempre ocurren mala lectura de planos o interpretaciones erróneas las cuales deben ser detectadas por los Ingenieros de Calidad o de Proyecto; aquí se tiene que poner en práctica el aseguramiento de la calidad (el antes).
6. Se debe realizar el control o seguimiento del proceso productivo ANTES, DURANTE Y DESPUES, no solo cuando se termine el proyecto.

7. Si durante el proceso de soldadura se presenta que un soldador esta obteniendo malos resultados al soldar se debe verificar según el WPS utilizado todos los parámetros involucrados, ya sea el amperaje, voltaje, electrodo, posición de soldeo, espesores de plancha o carga de trabajo que tiene el soldador.
8. Los END son muy importantes en los procesos productivos para descartar cualquier imperfección del proceso de soldadura.
9. No se necesita equipo sofisticado para realizar los END, sólo hace falta tener los conceptos bien claros de la tecnología de la soldadura. Por ejemplo: el ensayo de inspección visual como su nombre lo dice se realiza a través de la observación de las imperfecciones y el resultado dependerá del criterio y conocimientos que tenga el que lo realiza.
10. Tener en consideración todas las recomendaciones que brinda el proveedor de pintura, el cual lo hace llegar en un documento llamado “Procedimiento de aplicación de pintura”, al momento de realizar el proceso de pintado.

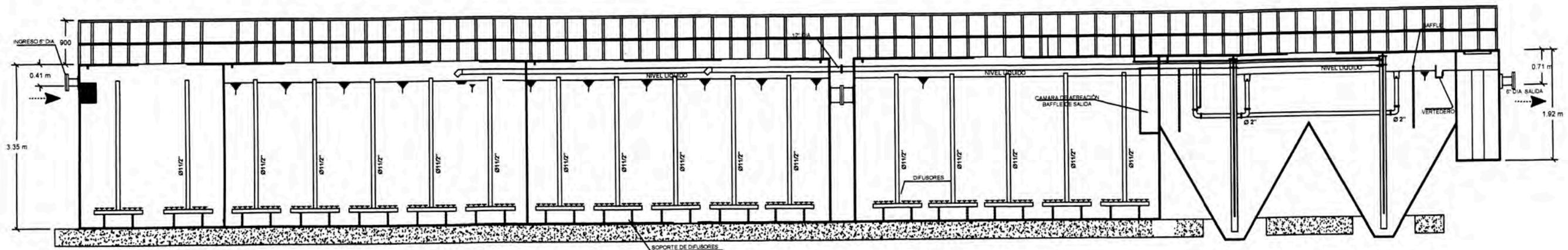
## BIBLIOGRAFÍA

1. American Welding Society, AWS D1.1/D1.1M: 2008, July 2, 2008.
2. American Petroleum Institute, API 650, secciones 5.3.3, 5.3.4 y 5.3.6, Eleventh edition, June 2007.
3. American Water Works Association, AWWA, D-100, 1996
4. American Society of Mechanical Engineers, ASME, SECCION VIII, edicion 2008.
5. American Society of Mechanical Engineers, ASME, SECCION IX, edicion 2007.
6. American Society of Testing Materials, ASTM A6/A6M, edicion 2009.
7. Especificaciones de procedimientos de soldadura IMECON S.A., 2005
8. Especificaciones técnicas del cliente, 2009
9. Hoja técnica de los proveedores de pintura, 2009
10. Fotografías tomadas durante el proceso, 2009
11. Planos realizados por el departamento de ingeniería de IMECON S.A.
12. Plan de gestión de la calidad de IMECON S.A., PL-QAQC-001
13. Steel Structures Painting Council, SSPC SP-5 – NACE 1, Rev. 2004.

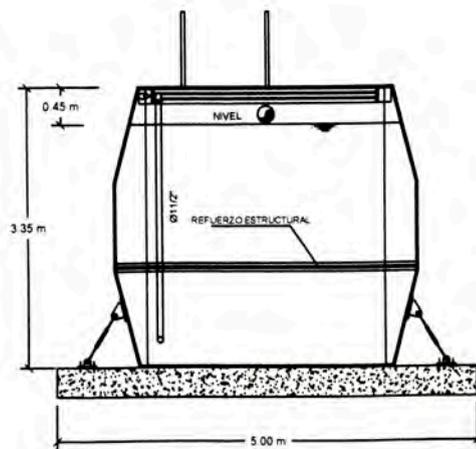
**PLANOS**



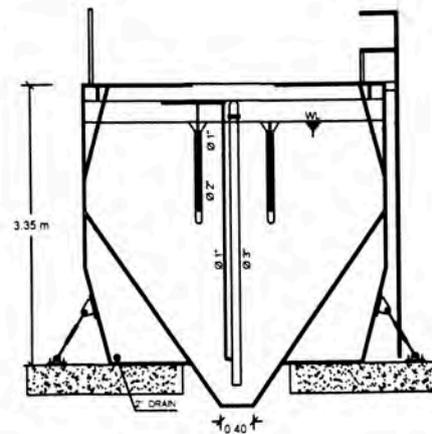
VISTA DE PLANTA



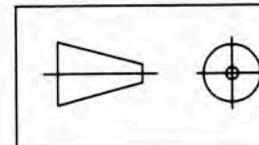
SECCION A-A



SECCION B-B



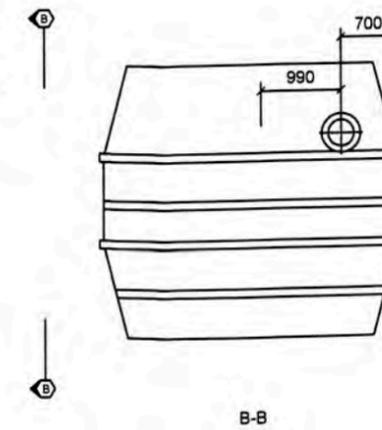
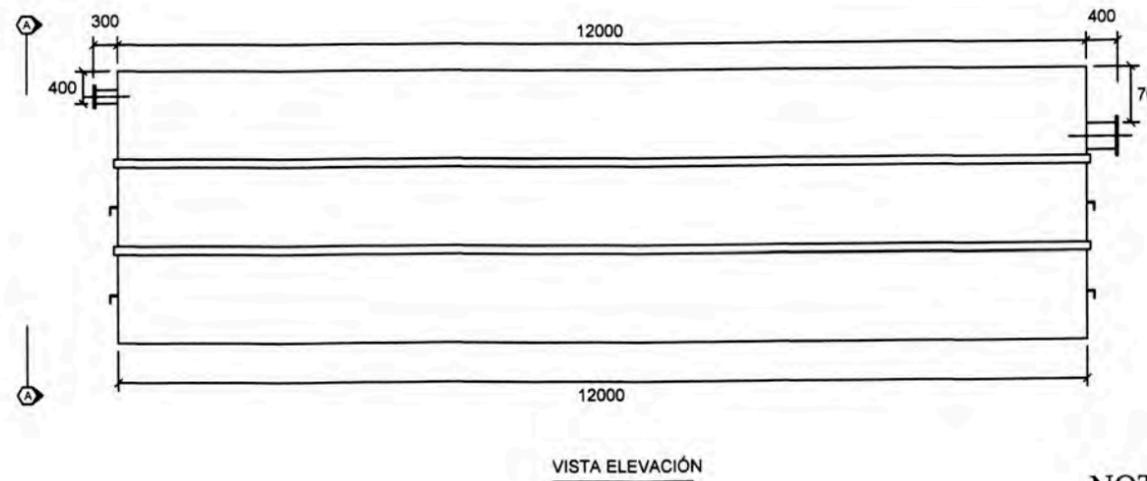
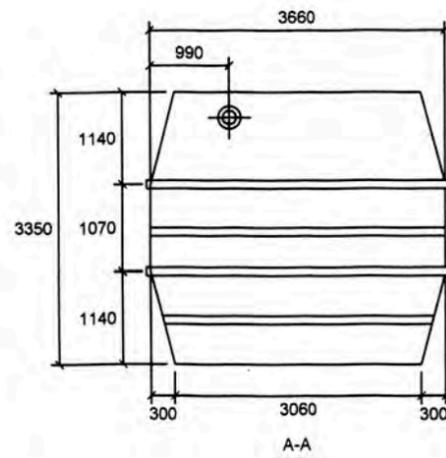
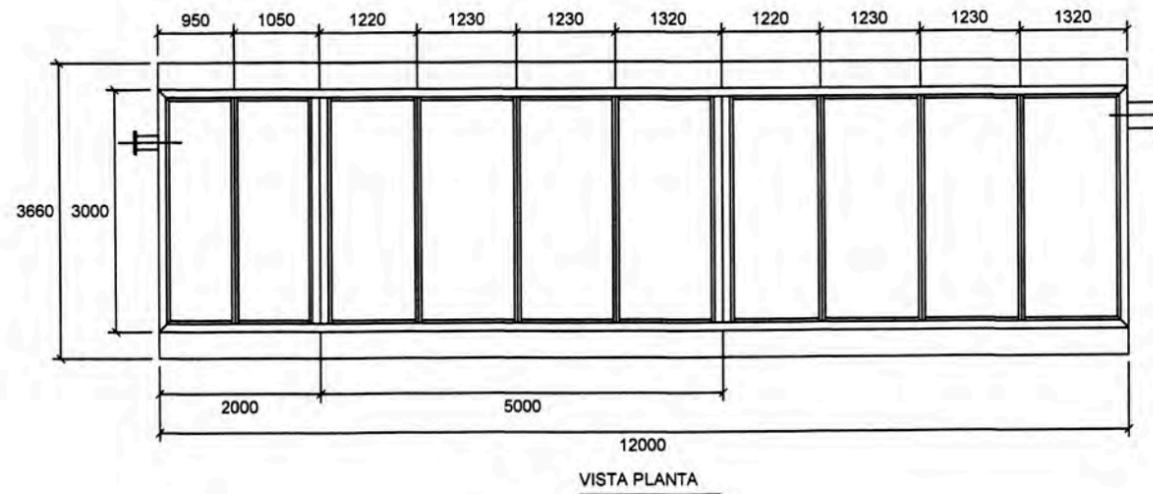
SECCION C-C



NOTA:

- 1.- Electrodo para soldar serie E70XX, según AWS.
- 2.- Dimensiones en mm (SIC)

LISTA DE MATERIALES						
Dimensiones en mm (SIC)						
MARCA	C.U.	C.T.	DESCRIPCION	LONG.	MATERIAL	NOTAS
PMH-4000	1	1	CELDA DE TRATAMINETO DE AGUAS	23720	A-36	
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA</b> Facultad de Ingeniería Mecánica						
<b>PMH-4,000</b>						
<b>ARQUITECTURA</b>						
MODELO			FLUJO			
PMH 4,000			150 m <sup>3</sup> /día			
ESCALA		NUMERO DE PLANO			REV.	
S/E		001				



NOTA:

- 1.- Electrodo para soldar serie E70XX, según AWS.
- 2.- Dimensiones en mm (SIC)

**LISTA DE MATERIALES**  
Dimensiones en mm (SIC)

MARCA	C.U.	C.T.	DESCRIPCION	LONG.	MATERIAL	NOTAS
PMH-4000	1	1	CAMARA DE AEREACION	12000	A-36	

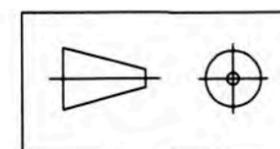


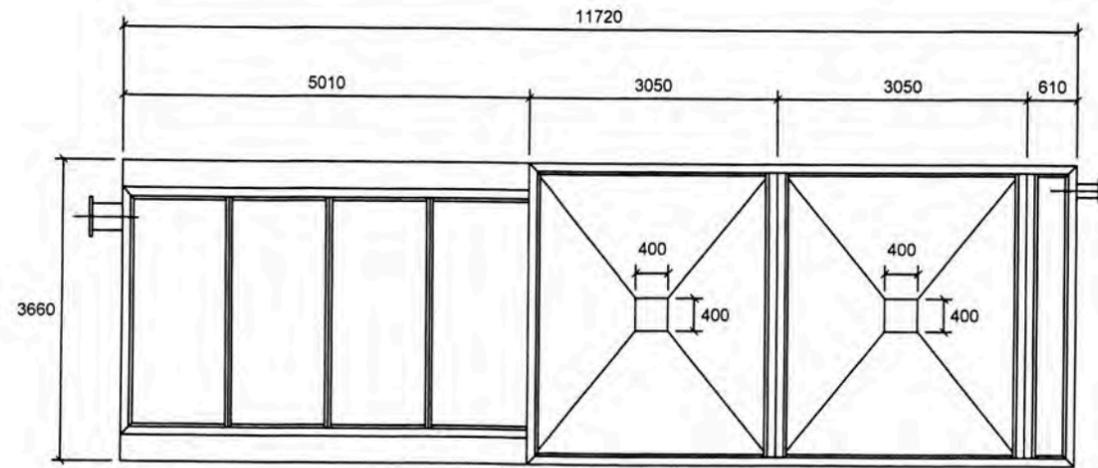
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica**

**PMH-4,000**

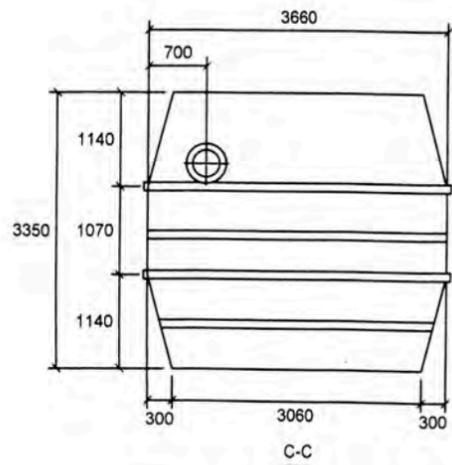
**CAMARA DE AEREACIÓN**

MODELO	FLUJO	ESCALA	NUMERO DE PLANO	REV.
PMH 4,000	150 m <sup>3</sup> /día	S/E	002	

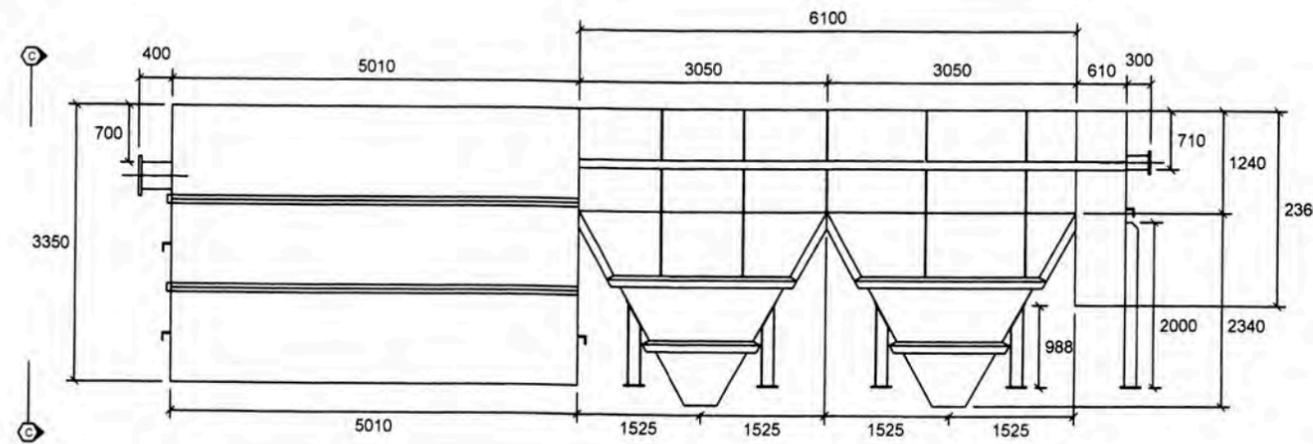




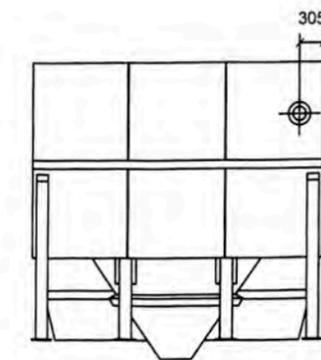
VISTA PLANTA



C-C



VISTA ELEVACIÓN



D-D

**NOTA:**

- 1.- Electrodo para soldar serie E70XX, según AWS.
- 2.- Dimensiones en mm (SIC)

**LISTA DE MATERIALES**

Dimensiones en mm (SIC)

MARCA	C.U.	C.T.	DESCRIPCION	LONG.	MATERIAL	NOTAS
PMH-4000	1	1	CAMARA DE CLARIFICACIÓN	11720	A-36	

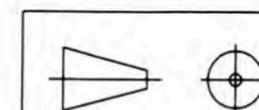


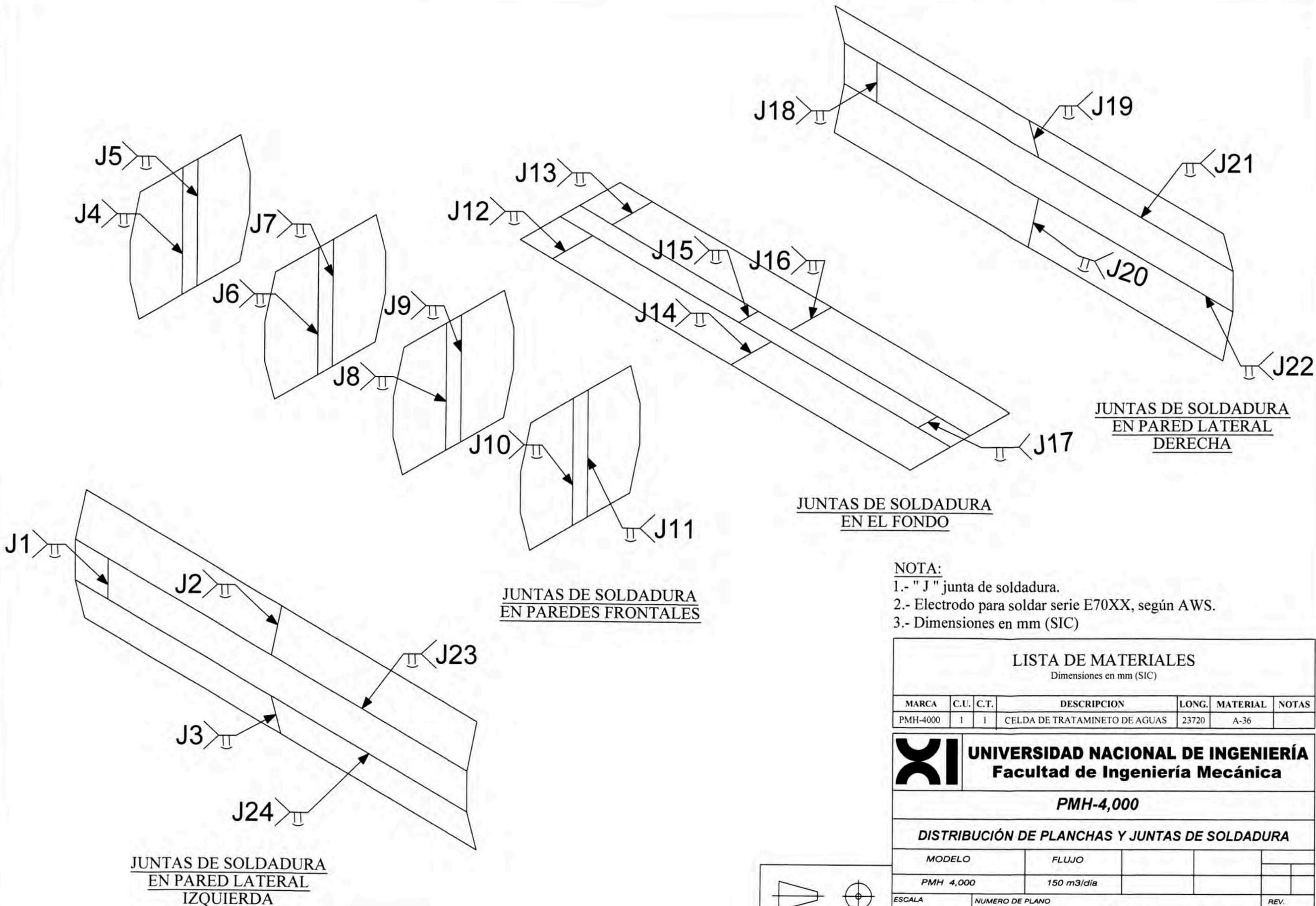
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
Facultad de Ingeniería Mecánica

**PMH-4,000**

**CAMARA DE CLARIFICACIÓN**

MODELO	FLUJO	ESCALA	NUMERO DE PLANO	REV.
PMH 4,000	150 m3/día	S/E	003	





JUNTAS DE SOLDADURA EN PARED LATERAL DERECHA

JUNTAS DE SOLDADURA EN EL FONDO

JUNTAS DE SOLDADURA EN PAREDES FRONTALES

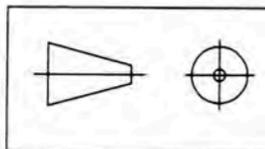
JUNTAS DE SOLDADURA EN PARED LATERAL IZQUIERDA

- NOTA:**  
 1.- " J " junta de soldadura.  
 2.- Electrodo para soldar serie E70XX, según AWS.  
 3.- Dimensiones en mm (SIC)

LISTA DE MATERIALES						
Dimensiones en mm (SIC)						
MARCA	C.U.	C.T.	DESCRIPCION	LONG.	MATERIAL	NOTAS
PMH-4000	1	1	CELDA DE TRATAMINETO DE AGUAS	23720	A-36	

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica**

PMH-4,000					
DISTRIBUCIÓN DE PLANCHAS Y JUNTAS DE SOLDADURA					
MODELO	FLUJO				
PMH 4,000	150 m3/día				
ESCALA	NUMERO DE PLANO			REV.	
S/E	004				



**APÉNDICES**

<b>APENDICE A</b>	<b>REGISTRO DE RECEPCION DE MATERIALES</b>
<b>APENDICE B</b>	<b>REGISTRO DE REPARACION SUPERFICIAL Y PINTURA</b>
<b>APENDICE C</b>	<b>REGISTRO DE PRUEBA DE VACIO</b>
<b>APENDICE D</b>	<b>REGISTRO DE INSPECCION POR LIQUIDOS PENETRANTES</b>
<b>APENDICE E</b>	<b>LISTA DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA</b>
<b>APENDICE F</b>	<b>LISTA DE SOLDADORES CALIFICADOS</b>
<b>APENDICE G</b>	<b>PRUEBA DE ESTANQUEIDAD</b>

**APENDICE A**

	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b> <b>CELDA SWTP PMH-4000</b>		<b>FR-QAQC-M08</b>
			HOJA : 1 de 1
			FECHA : 01/02/2007
			REVISION : 2
<b>REGISTRO DE RECEPCION DE MATERIALES</b>			

<b>1. DOCUMENTOS DE RESPALDO DEL MATERIAL:</b>								<b>REGISTRO Nº :</b>	140 - 001
- GUIA DE REMISION	<input checked="" type="checkbox"/>	- CERTIFICADO DE CALIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	- MANUAL DE OPERACIONES	<input type="checkbox"/>	- ORDEN DE COMPRA	<input checked="" type="checkbox"/>		
- PACKING LIST	<input type="checkbox"/>	- LISTA DE MATERIALES	<input type="checkbox"/>	- MANUAL DE INSTALACION	<input type="checkbox"/>	- OTROS	<input type="checkbox"/>		

<b>2. REVISION DE DOCUMENTOS RECIBIDOS:</b>									

<b>3. ITEMS / PARTES RECIBIDAS:</b>									
ITEM	DESCRIPCION	CANT	U.M.	PROVEEDOR	ORDEN DE COMPRA	GUIA DE REMISION	FECHA DE RECEPCION	NRO DE COLADA	CERTIFICADO DE CALIDAD
01	PLANCHA ESTRUCT A36 4.5 x 1500 x 6000	13	UND	CEROS DEL PERU S.A.	034996-2009	001-035831	26/08/2009	324839	30957
02	PLANCHA ESTRUCT A36 4.5 x 1500 x 6000	32	UND	CEROS DEL PERU S.A.	034996-2009	001-035922	29/08/2009	324839	30957
03	PLANCHA ESTRUCT A36 19 x 1500 x 6000	02	UND	COMASA	035647-2009	001-0375048	13/10/2009	88659804	56.147
04	PLANCHA ESTRUCT A36 12 x 1500 x 6000	03	UND	COMASA	035498-2009	001-0373774	30/09/2009	1612147	8305728
05	PLANCHA ESTRUCT A36 6 x 1500 x 6000	01	UND	RAGEN S.A.	035030-2009	001-0084186	26/08/2009	835025690B	S/R
06	PLANCHA ESTRUCT A36 8 x 1500 x 6000	12	UND	COMASA	035431-2009	001-0373523	26/09/2009	3046672	8305728
07	ANGULO A36 4" x 4" x 3/8" x 20'	16	UND	RAGEN S.A.	035378-2009	001-0084703	23/09/2009	6629903	017462/2008
08	TUBO SCH40 A53 01.1/4" x 20'	45	UND	RAGEN S.A.	035378-2009	001-0084703	23/09/2009	90306228	A-7845
09	PLANCHA ESTRUCT A36 9.5 x 1500 x 6000	01	UND	TUBISA S.A.C.	035427-2009	001-0042153	24/09/2009	450413	2047850
10	TUBO SCH40 A53 06" x 20'	16	UND	RAGEN S.A.	035117-2009	001-0084296	02/09/2009	Y-2090323	A-7845
11	BRIDA AC FORJ S/O A-105 06" x 150LBS	08	UND	IORELLA REPRESENT	035541-2009	006-0029203	01/10/2009	2638	MMC0806W640
12	ANGULO A36 1.1/2" x 1.1/2" x 3/16" x 20'	08	UND	TRADI S.A.	035376-2009	013-40836	21/09/2009	S/R	L-901096
13	BARRA RED LISA A36 01/2" x 20'	32	UND	TRADI S.A.	035376-2009	013-40836	21/09/2009	S/R	L-900859
14	BARRA RED LISA A36 03/4" x 20'	05	UND	TRADI S.A.	035376-2009	013-40836	21/09/2009	S/R	L-900328
15	CODO AC SCH40 A234 01.1/4" x 90°	92	UND	IORELLA REPRESENT	035397-2009	006-0029011	23/09/2009	204	MMC0906W733
16	CODO FE GALV 01/2" x 90° x 150LBS	10	UND	IORELLA REPRESENT	035397-2009	006-0029011	23/09/2009	S/R	S/R
17	CODO FE GALV 02" x 45° x 150LBS	02	UND	IORELLA REPRESENT	035397-2009	006-0029011	23/09/2009	S/R	S/R
18	NIPLE FE GALV 01.1/2" x 2"	30	UND	IORELLA REPRESENT	035397-2009	006-0029011	23/09/2009	S/R	S/R
19	TEE FE GALV 02"	02	UND	IORELLA REPRESENT	035397-2009	006-0029011	23/09/2009	S/R	S/R
20	TUBO FE GALV 01.1/2" x 20'	10	UND	IORELLA REPRESENT	035397-2009	006-0029011	23/09/2009	D3-00007	200804006
21	TUBO FE GALV 01/2" x 20'	02	UND	IORELLA REPRESENT	035397-2009	006-0029011	23/09/2009	6-6090	200804006
22	VALVULA DE BOLA 01.1/2" x 150LBS	08	UND	IORELLA REPRESENT	035397-2009	006-0029011	23/09/2009	S/R	S/R

<b>4. OBSERVACIONES:</b>									

<b>5. APROBACION FINAL:</b>									
V°B° QC - IMECON S.A.	V°B° J. PRODUCCION - IMECON S.A.	V°B° SUPERVISION							

**APENDICE A**

	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CELDA SWTP PMH-4000</b>	<b>FR-QAQC-M08</b>
	FECHA : 01/02/2007	
	REVISION : 2	
<b>REGISTRO DE RECEPCION DE MATERIALES</b>		

**1. DOCUMENTOS DE RESPALDO DEL MATERIAL:**

- GUIA DE REMISIC <input checked="" type="checkbox"/>	- CERTIFICADO DE CALIDAD <input checked="" type="checkbox"/>	- MANUAL DE OPERACI <input type="checkbox"/>	- ORDEN DE COMPRA <input checked="" type="checkbox"/>	<b>REGISTRO No :</b> 140 - 002
- PACKING LIST <input type="checkbox"/>	- LISTA DE MATERIALES <input type="checkbox"/>	- MANUAL DE INSTALACI <input type="checkbox"/>	- OTROS <input type="checkbox"/>	

**2. REVISION DE DOCUMENTOS RECIBIDOS:**

**3. ITEMS / PARTES RECIBIDAS:**

ITEM	DESCRIPCION	CANT	U.M.	PROVEEDOR	ORDEN DE COMPRA	GUIA DE REMISION	FECHA DE RECEPCION	NRO DE COLADA	CERTIFICADO DE CALIDAD
01	CODO FE GALV 02" x 90° x 150LBS	14	UND	PROINSA	035197-2009	002-0030519	08/09/2009	S/R	S/R
02	CODO FE GALV 01/2" x 90° x 150LBS	36	UND	PROINSA	035197-2009	002-0030519	08/09/2009	S/R	S/R
03	CODO FE GALV 01.1/2" x 90° x 150LBS	40	UND	PROINSA	035197-2009	002-0030519	08/09/2009	S/R	S/R
04	TEE FE GALV 02" x 150LBS	39	UND	PROINSA	035197-2009	002-0030519	08/09/2009	S/R	S/R
05	TEE FE GALV 01.1/2" x 150LBS	39	UND	PROINSA	035197-2009	002-0030519	08/09/2009	S/R	S/R
06	TEE FE GALV 03" x 150LBS	02	UND	PROINSA	035197-2009	002-0030519	08/09/2009	S/R	S/R
07	TAPON HEMBRA FE GALV 01.1/2"	80	UND	PROINSA	035197-2009	002-0030519	08/09/2009	S/R	S/R
08	TAPON MACHO FE GALV 01/2"	12	UND	PROINSA	035197-2009	002-0030519	08/09/2009	S/R	S/R
09	TAPON MACHO FE GALV 02"	20	UND	PROINSA	035197-2009	002-0030519	08/09/2009	S/R	S/R
10	UNION UNIV FE GALV 01.1/2"	38	UND	PROINSA	035197-2009	002-0030519	08/09/2009	S/R	S/R
11	UNION UNIV FE GALV 03"	24	UND	PROINSA	035197-2009	002-0030519	08/09/2009	S/R	S/R
12	REDUCC BUSHING FE GALV 02" x 1.1/2"	40	UND	PROINSA	035197-2009	002-0030519	08/09/2009	S/R	S/R
13	REDUCC BUSHING FE GALV 02" x 1/2"	12	UND	PROINSA	035197-2009	002-0030519	08/09/2009	S/R	S/R
14	REDUCC BUSHING FE GALV 03" x 2"	08	UND	PROINSA	035197-2009	002-0030519	08/09/2009	S/R	S/R
15	CODO AC SCH40 A234 01.1/4" x 90°	112	UND	PROINSA	035197-2009	002-0030519	08/09/2009	204	XMS08088
16	COPLA ROSC SOLD 02" x 3000LBS	32	UND	PROINSA	035197-2009	002-0030519	08/09/2009	394133	81088
17	TUBO SCH40 A53 01.1/2" x 20'	24	UND	PROINSA	035197-2009	002-0030519	08/09/2009	90232612	A-7845
18	COPLA ROSC SOLD 01/2" x 3000LBS	06	UND	PROINSA	035389-2009	002-0030721	23/09/2009	398248	81462
19	TUBO FE GALV 02" x 20'	03	UND	PROINSA	035389-2009	002-0030721	23/09/2009	D1-08851	200804006

**4. OBSERVACIONES:**

**5. APROBACION FINAL:**

<b>V°B° QC - IMECON S.A.</b>	<b>V°B° J. PRODUCCION - IMECON S.A.</b>	<b>V°B° SUPERVISION</b>

APENDICE B

 <p><b>IMECON</b> INSTALACIONES MECANICAS ELECTRICAS Y CIVILES</p>	<b>REGISTRO DE PREPARACION SUPERFICIAL Y PINTURA</b>		<b>FR-QAQC-M13</b>		
			HOJA	:	1 de 1
			FECHA	:	1/02/2009
			REVISION	:	2

<b>1. DATOS GENERALES:</b>						
DESCRIPCION DEL ELEMENTO Y/O EQUIPO	PLANO DE REFERENCIA	REV	FECHA	REGISTRO		
TANQUE				140-001		
<b>2. PREPARACION SUPERFICIAL:</b>						
GRADO DE PREPARACION	PERFIL DE ANCLAJE	FECHA	HORA	RESULTADO		
SSPC SP5	1.5 - 2.5	21/09/2009	02:00:00 p.m.	OK		
<b>3. SISTEMA DE PINTADO:</b>						
1RA CAPA: BASE	COLOR	ESPESOR DE PELICULA SECA				
AMERCOAT 71	ROJO OXIDO	2.0 MILS				
<b>CONDICIONES AMBIENTALES:</b>						
TEMPERATURA SUPERFICIAL (°C)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	HR %	PUNTO DE ROCIO (°C)	RESULTADO	FECHA	HORA
19.0	16.0	82.0	15.0	OK	21/09/2009	4:00 PM
<b>MEDICIONES DEL ESPESOR DE PELICULA SECA:</b>						
CODIGO	SPOT 1	SPOT 2	SPOT 3	SPOT 4	SPOT 5	PROMEDIO
PMH-4000	2.60	2.50	2.20	2.50	2.60	
	2.30	2.40	2.30	1.90	2.00	
						2.33
<b>2DA CAPA: INTERMEDIA</b>						
AMERLOCK 400	COLOR	ESPESOR DE PELICULA SECA				
	BLANCO 1700	4.0 MILS				
<b>CONDICIONES AMBIENTALES:</b>						
TEMPERATURA SUPERFICIAL (°C)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	HR %	PUNTO DE ROCIO (°C)	RESULTADO	FECHA	HORA
21.0	18.0	75.0	17.0	OK	31/10/2009	4:00 PM
<b>MEDICIONES DEL ESPESOR DE PELICULA SECA:</b>						
CODIGO	SPOT 1	SPOT 2	SPOT 3	SPOT 4	SPOT 5	PROMEDIO
PMH-4000	6.40	6.80	6.90	6.50	6.10	
	5.30	7.90	6.40	5.10	5.50	
						6.29
<b>3RA CAPA: ACABADO</b>						
AMERLOCK 400	COLOR	ESPESOR DE PELICULA SECA				
	CELESTE RAL 1550	4.0 MILS				
<b>CONDICIONES AMBIENTALES:</b>						
TEMPERATURA SUPERFICIAL (°C)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	HR %	PUNTO DE ROCIO (°C)	RESULTADO	FECHA	HORA
23.0	19.0	76.0	18.0	OK	01/11/2009	3:00 PM
<b>MEDICIONES DEL ESPESOR DE PELICULA SECA:</b>						
CODIGO	SPOT 1	SPOT 2	SPOT 3	SPOT 4	SPOT 5	PROMEDIO
PMH-4000	16.40	20.60	19.50	19.50	13.10	
	18.20	18.60	14.20	10.30	14.40	
						16.48
<b>4. INSTRUMENTOS UTILIZADOS:</b>						
- MEDIDOR DE ESPESOR DE PINTURA - ELCOMETER 456						
- PSICROMETRO DE VOLEO - BACHARACH						
- TERMOMETRO DE SUPERFICIE - ELCOMETER (0 - 120°C)						
- MEDIDOR DE PERFIL DE RUGOSIDAD - TESTEX FNX960						
<b>5. OBSERVACIONES:</b>						
<b>6. APROBACION FINAL:</b>						
V°B° QC - IMECON S.A.		V°B° J. PRODUCCION - IMECON S.A.			V°B° SUPERVISION	

**APENDICE C**

	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CELDA SWTP PMH-4000</b>	<b>FR-QAQC-M14</b>
		HOJA : 1 de 1
		FECHA : 01/02/2007
	<b>REGISTRO DE PRUEBA DE VACIO</b>	REVISION : 2

<b>DESCRIPCION :</b>					
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	PLANO DE REFERENCIA	REV	FECHA	REGISTRO
<b>PLANCHA DE FONDO</b>	<b>PMH - 4000</b>	<b>4000</b>	<b>D</b>	<b>20/10/2009</b>	<b>140 - 001</b>

**ESQUEMA :**

Espesor de plancha: **4.5 mm**

Equipo de prueba de vacio: **Cámara de Vacío , Vacuómetro Nova Fima ( 0- 1 bar), Compresora Galeazzi ( 2.5 HP)**

Item o elementos a inspeccionar: **PLANCHA DE FONDO**

Requerimientos de prueba		Datos de prueba	
Norma aplicada:	<b>AWWA D100</b>	Presion:	<b>0.27 bar</b>
Rango de presion:	<b>0.21 - 0.35 bar</b>	Temperatura del material base:	<b>24 °C</b>
Material acoplante:	<b>Agua jabonosa</b>	Tiempo de prueba:	<b>21 Seg.</b>
Temperatura del material base:	<b>25° C</b>	Fecha de prueba:	<b>28/09/2009</b>
Tiempo de inspeccion:	<b>10 Seg (mínimo)</b>	Hora de prueba:	<b>11:11 AM</b>
Visibilidad:	<b>Acceptable</b>		

**Resultado de inspección:**  
 Aceptado |  | Rechazado |

**OBSERVACIONES :**

- Se utilizó una solución jabonosa para detectar posibles fugas.  
 - No se detecto una caída de presión durante la prueba ni defecto en el cordón.

**APROBACION FINAL :**

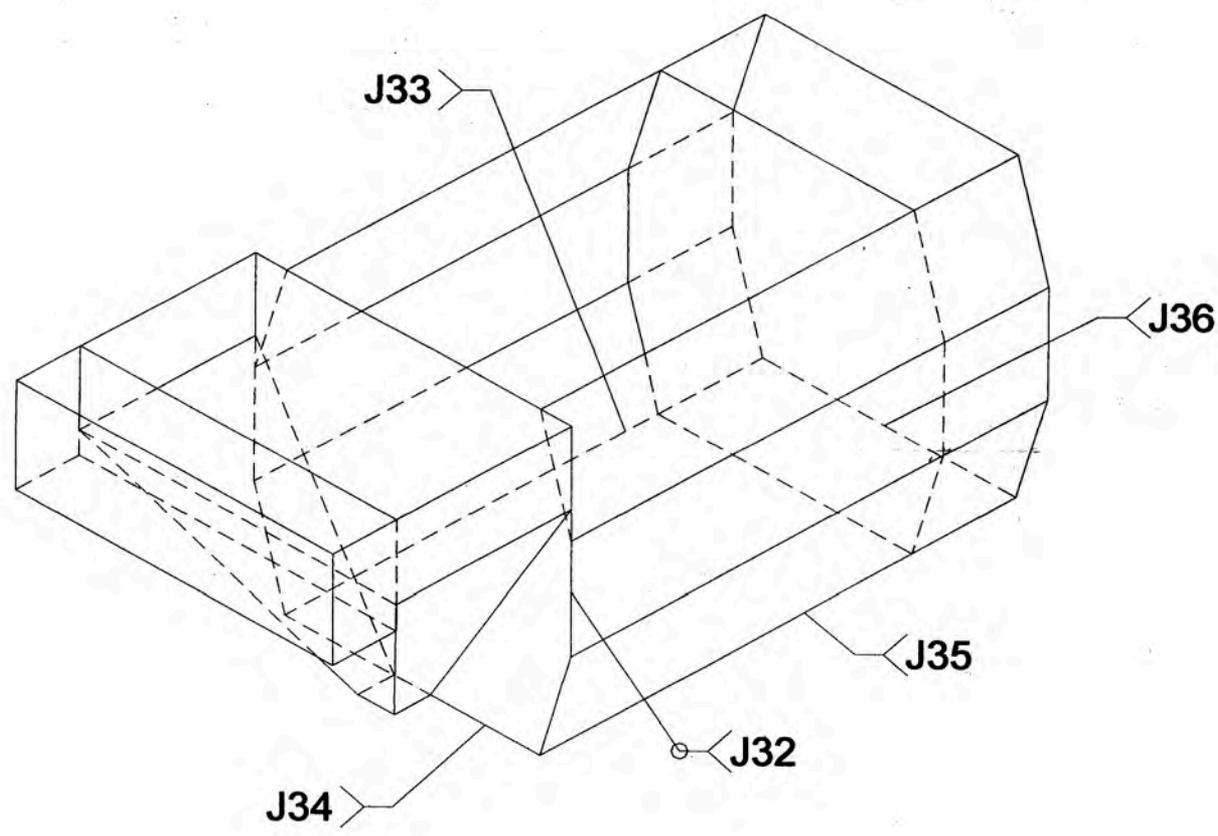
<b>V°B° QC - IMECON S.A.</b>	<b>V°B° J. PRODUCCION - IMECON S.A.</b>	<b>V°B° SUPERVISION</b>

APENDICE D

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b> <b>CELDA SWTP PMH-4000</b>		<b>FR-QAQC-M17</b>
<b>REGISTRO DE INSPECCION POR LIQUIDOS PENETRANTES</b>		HOJA : 1 de 1 FECHA : 01/02/2007 REVISION : 2

DATOS GENERALES :						
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	PLANO DE REFERENCIA	REV	ESTANDAR DE REFERENCIA	FECHA	REGISTRO
CELDA SWTP PMH-4000	PMH - 4000	4000	D	AWWA D100	20/10/2009	140 - 003

**ESQUEMA :**



CODIGO DEL ELEMENTO	JUNTA	CODIGO DE TIPO DE JUNTA		EVALUACION No 1		DEFECTO	FECHA DE INSPECCION	EVALUACION No 2		RESULTADO	FECHA DE INSPECCION
		SOLDADORA	TOPE FILETE	REPARAR	ACEPTADO			REPARAR	ACEPTADO		
---	J33	S - 176	---	X	---	X	15/10/2009	---	---	---	---
---	J34	S - 176	---	X	---	X	15/10/2009	---	---	---	---
---	J35	S - 176	---	X	---	X	15/10/2009	---	---	---	---
---	J36	S - 176	---	X	---	X	15/10/2009	---	---	---	---

**LEYENDA DE DEFECTOS :**  
 FI : FISURA  
 PN : POROSIDAD ANIDADA  
 PA : POROSIDAD AISLADA  
 PL : POROSIDAD ALINEADA

**KIT DE INSPECCION :**  
 PENETRANT PENETRANT - CANTESCO    LIMPIADOR: CLEANER - CANTESCO    REVELADOR: DEVELOPER - CANTESCO

**TIEMPO DE REVELADO :**  
 10 MINUTOS

**APROBACION FINAL :**

VºBº QC - IMECON S.A.	VºBº J. PRODUCCION - IMECON S.A.	VºBº SUPERVISION
-----------------------	----------------------------------	------------------





**APENDICE G**

	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b> <b>CELDA SWTP PMH-4000</b>		<b>FR-QAQC-M015</b>	
			HOJA: 1 de 1 EMISIÓN: 01/02/2007 REVISIÓN: 1	
	<b>PRUEBA DE ESTANQUEIDAD</b>			

<b>ELEMEN TO:</b> PMH-4000	<b>REGISTRO:</b> 140 - 001
<b>PLANO DE REFERENCIA:</b> 4000 - Rev E	<b>NORMA DE REFERENCIA:</b> AWWA D100

**DATOS DE PRUEBA**

Fluido de prueba: AGUA <input checked="" type="checkbox"/> OTRO <input type="checkbox"/>	Fecha de Inicio: 25/10/2009
Presión de prueba SI <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>	Hora de Inicio: 3:20 PM
Visibilidad : Aceptable <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Fecha de Culminación: 26/10/2009
	Hora de Culminación: 2:05 PM

**Datos del indicador de presion:**

Presion de prueba SI <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>	Código: -----
Escala: -----	Certificado de calibración N°: -----

**Esquema de referencia:**

L x A = 12000 x 3009 mm

H = 3050 mm

**RESULTADO:**

Aceptable

**OBSERVACIONES:**

No se observaron fugas durante la prueba.

V°B° QC - IMECON S.A.	V°B° J. PRODUCCION - IMECON S.A.	V°B° SUPERVISION