

## ANEXO 12.- ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES DE CONSTRUCCION

  
**ROBERTO EMILIO REFRERY LIZARRAGA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 18260

<b>NUMERO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>P-1.0</b>	ESPECIFICACION TECNICA: OBRAS PRELIMINARES Y TEMPORALES
<b>P-2.0</b>	PLANOS CONFORME A OBRA
<b>C-1.0</b>	OBRAS CIVILES – MOVIMIENTOS DE TIERRA
<b>C-2.0</b>	OBRAS CIVILES - CONCRETO
<b>C-3.0</b>	OBRAS CIVILES - ANILLO DE FUNDACION DEL ESTANQUE
<b>M-1.0</b>	OBRAS METAL MECANICAS- ESTRUCTURA METALICA
<b>M-2.0</b>	OBRAS METAL MECANICAS – PRUEBA DE SOLDADORES
<b>M-3.0</b>	OBRAS METAL MECANICAS – SOLDADURA DE TUBERÍAS
<b>M-4.0</b>	OBRAS METAL MECANICAS – ARENADO A METAL BLANCO
<b>M-5.0</b>	OBRAS METAL MECANICAS – CONSTRUCCION DE ESTANQUES DE ACERO SOLDADOS EN BASE AL API 650
<b>M-6.0</b>	OBRAS METAL MECANICAS – INSPECCION REDIOGRAFICA
<b>M-7.0</b>	OBRAS METAL MECANICAS – LIMPIEZA MECANICA
	PINTADO DE TANQUES Y TUBERIAS DE PIPING: ESPECIFICACIONES TECNICAS DE PETROPERU.


**ROBERTO EMILIO REFFRAY LIZARRAGA**  
**INGENIERO CIVIL**  
 Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 18260

No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
P-1.0	OBRAS PRELIMINARES Y TEMPORALES	1 de 2

## **ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN OBRAS PRELIMINARES Y TEMPORALES**

### **1.1 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION**

Comprende la ejecución, por parte del contratista, de todas las actividades necesarias para suministrar, reunir y transportar al lugar de la obra su personal, materiales, equipos, herramientas y en general todo lo necesario para instalar su organización en obra y proceder al inicio de los trabajos.

También incluye el costo de la desmovilización al finalizar los trabajos, debiendo retirarse del lugar de la obra todos los elementos aportados y transportados a ella.

El Contratista tiene la obligación de programar oportunamente el transporte de su personal y equipos con el objeto de que se encuentre en la obra con la necesaria anticipación a la fecha indicada para el inicio de los trabajos.

### **1.2 INSTALACIONES TEMPORALES**

Comprende todas las construcciones de carácter temporal tales como casetas de vigilancia, oficinas, almacén, instalaciones sanitarias temporales y en general todas las facilidades que se requerirán para la correcta ejecución de los trabajos.

El Contratista deberá disponer cuando menos de 1 baño químico para el personal staff, 1 baño químico para el personal técnico de mando intermedio y adicionalmente 1 baño químico por cada 20 personas. Deberá instalar, una oficina para su propio staff, con escritorios, sillas y sala de reuniones.

Al término de los trabajos, el CONTRATISTA deberá desmontar y retirar sus instalaciones de faenas, todos los materiales y elementos sobrantes de la construcción. Además de equipos, herramientas y cualquier otra instalación de su propiedad.

### **1.3 TRAZO Y REPLANTEO**

El contratista realizará el trazado y replanteo de los puntos ubicando las coordenadas de los vértices del terreno y de los puntos significantes. Antes de iniciar la construcción, el contratista obtendrá la aprobación del trazo por parte de PETROPERU.



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
P-1.0	OBRAS PRELIMINARES Y TEMPORALES	2 de 2

#### **1.40 ORDEN Y LIMPIEZA**

El Contratista tiene la obligación de mantener el orden y limpieza permanentemente del área asignada. No deberá haber material ni basura desperdigados; todo vestigio de desechos orgánico e inorgánico deberá ser eliminado del área de inmediato o depositado en contenedores apropiados.

  
**ROBERTO EMILIO REFRAY LIZARRAGA**  
**INGENIERO CIVIL**  
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 1821



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	página
P-2.0	PLANOS CONFORME A OBRA	1 de 1

Al término de los trabajos debidamente aprobados por PETOPERU, el Contratista deberá elaborar los Planos Conforme a Obra (AS-BUILT) y entregarlos a PETOPERU para su revisión y aprobación. Los planos serán elaborados en Auto-Cad versión 2004 en adelante.

**ROBERTO EMILIO REFFRAY LIZARRAGA**  
**INGENIERO CIVIL**  
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 1925

No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
C-1.0	OBRAS CIVILES – MOVIMIENTOS DE TIERRA	1 de 3

### 3.1 EXCAVACIONES

#### 3.1.1 Descripción

Las excavaciones para las canaletas y cimentaciones serán efectuadas de acuerdo a las líneas, rasantes y elevaciones indicadas en los planos. Las dimensiones de las excavaciones serán tales que permitan colocar en todas sus dimensiones las estructuras correspondientes. Los niveles de cimentación aparecen indicados en los planos, pero podrán ser modificados por la Supervisión de obra o el proyectista en caso de considerarlo necesario para asegurar una cimentación satisfactoria.

Los taludes de la excavación se conformarán con una inclinación adecuada para evitar su desmoronamiento.

#### 3.1.2 Ejecución

Los cortes se ejecutarán con cualquier tipo de equipo que permita la excavación o desplazamiento del material, teniéndose la precaución de no remover ni aflojar el material ubicado por debajo de la cota final de corte. Cualquier exceso de excavación que se haga por cualquier razón u objeto, excepto que lo ordene por escrito la Supervisión de obra, será por cuenta de éste.

El fondo de cimentación deberá ser nivelado rebajando los puntos altos, pero de ningún modo rellenando los puntos bajos.

En el proceso de excavación el Contratista tomará las precauciones necesarias en la ejecución del trabajo para evitar alterar innecesariamente los taludes de la excavación.

Todo material extraído que no sea utilizado como relleno, deberá ser transportado hacia otro lugar aprobado por la autoridad competente.

Será responsabilidad del Contratista preservar el entorno natural el que no debe disturbarse sin una justificación sólida de necesidad de obra.

### 3.2 RELLENOS PARA CIMENTACIÓN DEL TANQUE

#### 3.2.1 Descripción

Comprende el suministro de la mano de obra, materiales y equipo y la ejecución de las operaciones necesarias para colocar y/o compactar los materiales de relleno sobre una superficie previamente



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
C-1.0	OBRAS CIVILES – MOVIMIENTOS DE TIERRA	2 de 3

preparada, hasta alcanzar las cotas requeridas, según lo indicado en los planos.

### 3.2.2 Material de Relleno

El material de los rellenos se obtendrá de fuentes de préstamo aprobadas por la Supervisión.

El material a usar en los rellenos será preferentemente de tipo granular, constituido por grava arenosa, bien graduada, angular y limpia o por grava arenosa, mal graduada, angular y limpia, la cual será sana y libre de material orgánico u otros elementos contaminantes. La granulometría del material utilizado deberá ser continua y cumplirá con las siguientes especificaciones:

- El contenido de finos (material menor que la malla N° 200) no deberá ser mayor que el 12% en peso seco del total.
- El tamaño máximo de la piedra no deberá sobrepasar a las 4" en su máxima dimensión. Los 15 cms de relleno, en contacto con la plancha de fondo deberá ser arena fina limpia, bien graduada y libre de sales que pase la malla No.4 de la ASTM.

### 3.2.3 Ejecución

El área del terreno donde se va a colocar un relleno deberá ser sometida previamente a limpieza.

Sobre la superficie debidamente preparada, se colocarán los materiales que serán utilizados para el relleno. El extendido se hará en capas horizontales cuyo ancho y longitud faciliten los métodos de acarreo, mezcla, riego o secado y compactación usados. No se utilizarán capas de espesor compactado mayor de 25 cm.

Cada capa de relleno será humedecida o secada al contenido de humedad necesario para asegurar la compactación requerida. Donde sea necesario asegurar un material uniforme, el Contratista mezclará el material usando la motoniveladora, disco de arado, rastra u otro método similar. Cada capa será compactada a la densidad requerida por medio de rodillos vibratorios, de llantas neumáticas u otros procesos.

Cada capa de relleno será compactada a una densidad de noventaicinco por ciento (95%) de la máxima densidad obtenida por la Designación AASHTO T-180 (Proctor Modificado), desde el terreno natural hasta 25 cm por debajo de la superficie del relleno (subrasante); la capa superior del terreno natural sobre la cual se apoyará el relleno será compactada al mismo grado de compactación (95%).



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
C-1.0	OBRAS CIVILES – MOVIMIENTOS DE TIERRA	3 de 3

El relleno de los espacios excavados y no ocupados por las cimentaciones se ejecutará hasta la superficie del terreno circundante teniendo en cuenta los asentamientos que puedan producirse en su seno. Deberá ser enteramente compactado por medios apropiados. La superficie deberá ser enrasada de acuerdo al nivel indicado en planos.

### 3.2.4 Controles

Deberán efectuarse pruebas para determinar el grado de compactación, a razón de uno por cada 250 m<sup>2</sup> de área por capa y con un mínimo de 2 ensayos de control por capa.

Además, se realizará ensayos de clasificación con muestras obtenidas del material antes o después de compactado. El número de estas pruebas dependerá de la homogeneidad del material utilizado.

### 3.2.5 Criterios de Aceptación

Para la aprobación de la compactación de una capa, se deberán cumplir los requisitos siguientes:

- El promedio de los valores del grado de compactación correspondientes a cada capa deberá ser igual o mayor que el especificado para esa capa.
- Ningún punto de control deberá tener más de 5% por debajo del grado de compactación especificado para esa capa.

## 3.3 ELIMINACION DEL MATERIAL EXCEDENTE

### 3.3.1 Descripción

Este ítem consistirá en el retiro del material de excavación que fuera excedente y del material inservible, incluyendo las piedras que salgan a la superficie por escarificación. El material excedente será depositado en un lugar fuera de la obra aprobado por la autoridad competente, de manera tal de causar el menor daño posible al entorno natural y de no alterar los drenajes naturales de aguas superficiales. Los lugares para la colocación de los materiales excedentes serán aprobados por la Supervisión de obra.

**ROBERTO EMILIO REFRAÑY LIZARRAGA**  
**INGENIERO CIVIL**  
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N°

No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
C-2.0	OBRAS CIVILES – CONCRETO	1 de 10

## **1.00 CONCRETO**

### **1.1 Alcance de la especificación**

Esta partida se refiere al concreto, usado como material simple o reforzado con acero; norma su producción, manipuleo, transporte, colocación, curado, protección y evaluación mediante pruebas de resistencia. El Contratista se ceñirá estrictamente a la norma ACI 301, a lo indicado en los planos del Proyecto. Esta Especificación se aplicará en lo pertinente, para las obras civiles de los estanques.

### **1.2 Materiales**

Se considera materiales del concreto:

- a) Cemento Portland
- b) Agregados
- c) Agua
- d) Acero de refuerzo
- e) Aditivos

Se utilizará Cemento Portland Tipo I en las fundaciones.

Sólo se podrán emplear los aditivos especificados en el proyecto; en cualquier caso queda expresamente prohibido el uso de aditivos que contengan cloruros y/o nitratos. En caso de emplearse los aditivos serán almacenados de tal manera que se evite la contaminación, evaporación o mezcla con cualquier otro material.

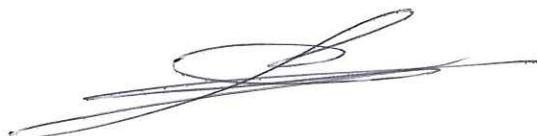
El empleo de aditivos sólo podrá hacerse con aprobación por escrito de la Supervisión de obra.

### **1.3 Almacenaje y protección de los materiales**

El cemento y acero serán almacenados en lugar seco, aislado del suelo y protegido de la humedad.

Los agregados de diferente granulometría serán almacenados separadamente, libres de alteración en su contenido de humedad, contenido de arcilla y materia orgánica.

El acero se protegerá del polvo y suciedad, especialmente del aceite y grasa, y se mantendrá libre de contaminación con agua salada.





No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
C-2.0	OBRAS CIVILES – CONCRETO	2 de 10

#### 1.4 Producción del concreto

La dosificación, mezclado de componentes, transporte y colocación, se ceñirán a la norma ACI-304. Cuando el concreto se coloque con bomba o faja transportadora, aplicarán adicionalmente las normas ACI-304.2R o ACI-304.4R..

#### 1.5 Definiciones.

Concreto simple. Se define como concreto simple aquel que se produce en concordancia con la norma ACI-301 y que no tiene armadura de refuerzo. El concreto simple podrá tener incorporados pedrones de la dimensión y cantidad que especifiquen los planos, siempre y cuando cada pedrón pueda ser envuelto íntegramente por concreto.

Cuando se especifique concreto simple con resistencia  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  se puede reemplazar los agregados fino y grueso por hormigón.

Concreto armado. Se define como concreto armado aquel que se produce en concordancia con la norma ACI-301 y que tiene armadura de refuerzo.

#### 1.6 Clases de concreto.

Los diferentes tipos de concreto que se emplearán se definen por clases en el CUADRO 1.

Estas clases se tipifican por su uso y por su resistencia a la compresión  $f'c$ , medida en cilindros estándar ASTM a los 28 días.

Para la evaluación de la resistencia  $f'c$  se usará la norma ACI-214.

#### 1.7 Dosificación de cada clase de concreto.

Previamente a la producción de concreto para la fabricación o construcción de elementos definitivos, el Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión de obra, la dosificación de cada clase de concreto. Para tal efecto deberá presentar la información siguiente:

- Calidad del cemento
- Granulometría de los agregados
- Proporciones de la mezcla
- Resultado de pruebas de testigos

La mezcla de cada clase de concreto deberá ser avalada por lo menos por seis testigos probados a la misma edad, obtenidos de mezclas de prueba con los materiales que se propone usar.

#### 1.8 Control de dosificación en obra.

Todos los componentes del concreto, excepto el agua, serán medidos exclusivamente por peso.





No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
C-2.0	OBRAS CIVILES – CONCRETO	3 de 10

Cada clase de agregado y el cemento serán pesados separadamente. Los indicadores del peso tendrán una precisión del  $\pm 1\%$ , debiendo obtenerse una precisión en el pesado de los agregados no inferior al 3% y en el cemento no inferior al 2%.

No se exigirá pesar el cemento contenido en bolsas selladas y que tengan visiblemente indicado su peso.

El agua puede ser medida por peso o volumen y la tolerancia para su medición será del 1%. Todos los dispositivos para el pesado estarán sujetos a aprobación y serán controlados y calibrados periódicamente en presencia de la Supervisión de obra. La periodicidad máxima de control será cada 15 días.

#### CUADRO 1: CLASES DE CONCRETO

CLASE	RESISTENCIA A LA ROTURA POR COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS EN CILINDROS ESTÁNDAR ASTM $f'_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE CEMENTO	TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO (PULGADAS)	CANTIDAD MÍNIMA DE CEMENTO (SACOS/m <sup>3</sup> )	CANTIDAD MÁXIMA DE CEMENTO (SACOS/m <sup>3</sup> )	RELACIÓN AGUA/CEMENTO MÁXIMA L/SACOS	SLUMP MÁXIMO (PULGADAS)	USO
A	210	TIPO V	1 ½"	7	10	24.5	4"	Cimientos, muros y escaleras
B	210	TIPO V	¾"	7	10	25.5	4"	Muro, bases de equipos, pedestales, losas de techo, escalera
C	210	TIPO V	¾"	7	10	24.5	4"	Losas sobre el suelo
D	210	TIPO V	¾"	7	10	24	4"	Cimientos del tanque

#### NOTAS:

- Saco de cemento. Cantidad de cemento contenida en envase original de fábrica sin averías.
- Ver uso de las diferentes clases en plano de especificaciones.



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
C-2.0	OBRAS CIVILES- CONCRETO	4 de 10

### 1.9 Transporte y colocación

El Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión de obra los métodos y medios que propone usar para el transporte y colocación del concreto.

### 1.10 Compactación

La compactación del concreto se ceñirá a la norma ACI-309.

El tipo de vibrador a utilizarse para los diferentes llenados y clases de concreto por compactar, será, sometido a la aprobación de la Supervisión de obra; quien podrá exigir vibradores de diámetro y características específicas y condicionar o limitar el ritmo de colocación del concreto en función del equipo con que cuente el Contratista.

En el llenado, los vibradores deben penetrar verticalmente unos 10 cms. en la llenada previa se procederá colocando el vibrador a distancias regulares, sistemáticas, con el objeto de lograr una compactación correcta. No se podrá iniciar el vaciado de una nueva capa, antes de que la inferior haya sido completamente vibrada.

El equipo mínimo constará de dos vibradores de cada tipo, por cada frente de trabajo. Los vibradores serán de tres tipos según el CUADRO 2:

**CUADRO 2: CARACTERISTICAS DEL VIBRADOR**

Llenado	Diámetro de la cabeza (cm.)	Frecuencia (ciclos por seg.)	Fuerza centrífuga (kg.)	Aceleración (seg.)	Amplitud (mm)
Losas	2.5 a 4	170-250	45-180	40-200	0.4-0.8
Vigas y muros	6 a 9	130-200	320-900	40-200	0.6-1.3
Secciones masivas (Duques de Alba y similares)	8 a 15	120-180	680-1800	40-200	0.8-1.5

### 1.11 Curado

En general, el concreto será curado por vía húmeda. El curado deberá iniciarse tan pronto como sea posible sin dañar la superficie y prolongarse ininterrumpidamente por un mínimo de siete días.



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
C-2.0	OBRAS CIVILES – CONCRETO	5 de 10

En el caso de superficies verticales, el Contratista podrá aplicar una membrana selladora desvaneciente, en reemplazo del curado por vía húmeda.

El curado de elementos prefabricados se efectuará de acuerdo a lo indicado en el Capítulo de Prefabricados.

Para todos los casos, el constructor se ceñirá a la norma general ACI-308.

### 1.12 Evaluación del concreto

La evaluación de la resistencia del concreto se efectuará aplicando la norma ACI-214. Se llevará un récord estadístico de los resultados de las pruebas, estableciendo de esta manera la resistencia promedio, la resistencia característica y la desviación estándar obtenidas.

El valor  $f'_c$  especificado en el proyecto, corresponde a la resistencia característica, resultante de la evaluación.

La Supervisión de obra debe ser permanentemente informada de esta evaluación, llevándose registros separados por cada clase de concreto.

### 1.13 Pruebas.

La resistencia del concreto será comprobada periódicamente. Con este fin se tomarán testigos cilíndricos de acuerdo a la norma ASTM C31 en la cantidad mínima de dos testigos por día para cada clase de concreto.

En cualquier caso cada clase de concreto será comprobada al menos por cinco "pruebas".

La "prueba" consistirá en romper dos testigos de la misma edad y clase de acuerdo a lo indicado en la norma ASTM C39.

Se llamará resultado de la "prueba" al promedio de los dos valores.

El resultado de la "prueba" será considerado satisfactorio si se cumple con la condición general de mantener un valor promedio de pruebas  $f'_c$  (promedio) =  $f'_c + 2.3 P$ . Es decir, que el coeficiente de mayoración de la desviación estándar (P), para obtener el promedio de pruebas es 2.3. Siendo  $f'_c$  = resistencia característica.

Con el objetivo de control y para conocimiento de la Supervisión de obra el Contratista llevará un registro de cada par de testigos fabricados, en el que constará su número correlativo, la fecha de elaboración, la clase de concreto, el lugar específico de uso, la edad al momento del ensayo, la resistencia de cada testigo y el resultado de la "prueba".



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
C-2.0	OBRAS CIVILES – CONCRETO	6 de 10

Los ensayos serán efectuados en presencia de la Supervisión de obra en el laboratorio independiente instalado por el Contratista en Obra.

#### 1.14 Aceptación del concreto.

La aceptación del concreto será de acuerdo al resultado de las pruebas. La deficiencia de las pruebas será razón suficiente para desechar él o los elementos cuyo concreto está representado por dichas pruebas deficientes.

El costo de eliminación de los elementos deficientes será por cuenta del Contratista quien deberá también reponer a su costo y a satisfacción de la Supervisión de obra los elementos que por deficiencia en las pruebas fueran desechados.

En la eventualidad de que no se obtenga la calidad del concreto, la Supervisión de obra podrá ordenar, a su sólo juicio, la ejecución de pruebas de carga. Estas se ejecutarán en acuerdo a las indicaciones del Código ACI-318. De no obtenerse resultados satisfactorios de estas pruebas de carga, se procederá a la demolición o refuerzo de la estructura, en estricto acuerdo con la decisión del la Supervisión de obra.

El costo de la demolición, refuerzo y reconstrucción, si éstas llegaran a ser necesarias, será de cuenta exclusiva del Contratista.

#### 1.15 Encofrados

**a) Responsabilidad.** La seguridad de las estructuras provisionales, andamiajes y encofrados será de responsabilidad única del Contratista. Este deberá ceñirse a la norma ACI-347.

**b) Características.** Los andamiajes y encofrados se construirán para resistir con seguridad y sin deformaciones apreciables las cargas impuestas por su peso propio, el peso o empuje del concreto y una sobrecarga no inferior a 200 kg/cm<sup>2</sup>.

Los encofrados serán herméticos a fin de evitar la pérdida de lechada y serán adecuadamente arriostrados y unidos entre sí a fin de mantener su posición y forma.

Los encofrados serán debidamente alineados y nivelados de tal manera que formen elementos en la ubicación y de las dimensiones indicadas en los planos.

**c) Tolerancias.** Las tolerancias admisibles en el concreto terminado son las siguientes:

- En la verticalidad de aristas y superficies de placas y muros.
 

En cualquier longitud de 3 m.	6 mm.
En todo el largo	20 mm.

No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
C-2.0	OBRAS CIVILES - CONCRETO	7 de 10

- En el alineamiento de aristas y superficies de vigas y losas:
  - En cualquier longitud de 3 m. 6 mm.
  - En cualquier longitud de 6 m. 10 mm.
  - En todo el largo 20 mm.

- En la sección de cualquier elemento -5mm. +10 mm.
- En la ubicación de huecos, pases, tuberías, etc. 5 mm.

d) **Detalles.** La fijación de las formas se hará de manera tal que no dejen elemento de metal alguno dentro de 75 mm. de la superficie. Con el objeto de facilitar el desencofrado las formas podrán ser recubiertas con aceite soluble u otras sustancias aprobadas por la Supervisión de obra o proyectista.

e) **Desencofrado.** Los plazos mínimos para desencofrar, excepto indicación específica de planos, son los siguientes:

- Encofrados caras verticales 10 horas
- Vigas:
- Encofrado de fondos 8 días
- Retiro de puntales 15 días
- Losas:
- Encofrado de fondos 4 días
- Retiro de puntales 9 días

## 2.0 REFUERZO DE ACERO – Especificación ASTM A – 615 Gr. 60

Condiciones para la colocación del refuerzo de concreto armado en los encofrados. Toda la armadura deberá ser cortada a la medida y fabricada estrictamente como se indica en los detalles y dimensiones mostrados en los planos del proyecto. La tolerancia de fabricación en cualquier dimensión será  $\pm 1$  cm.

Antes de su instalación el acero se limpiará, quitándole las escamas de laminado, escamas de óxido y cualquier sustancia extraña.

En las obras marinas, en todos los casos en que el refuerzo haya sido contaminado con agua salada, se efectuará una limpieza cuidadosa con agua limpia inmediatamente antes de llenar el concreto. La oxidación superficial es aceptable no requiriendo limpieza.



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
C-2.0	OBRAS CIVILES - CONCRETO	8 de 10

Cuando haya demora en el vaciado del concreto, la armadura se inspeccionará nuevamente y se volverá a limpiar cuando sea necesario.

- 2.1 Enderezamiento y redoblado.** Las barras no deberán enderezarse no volverse a doblar en forma tal que el material sea dañado. No se usarán las barras con ondulaciones o dobleces no mostrados en los planos, o las que tengan fisuras o roturas.

El calentamiento del acero se permitirá solamente cuando toda la operación sea aprobada por la Supervisión de obra.

- 2.2 Colocación.** La fabricación y colocación de la armadura será realizada en estricto acuerdo con los planos y en concordancia con las normas ACI-301 y ACI-318, las que especifican además tolerancias. Ella se asegurará contra cualquier desplazamiento, por medio de amarres de alambre ubicados en las intersecciones.

El recubrimiento de la armadura se logrará por medio de espaciadores de concreto tipo anillo u otra forma que presente un área mínima de contacto con el encofrado.

- 2.3 Empalmes.** Los empalmes críticos y los empalmes de elementos no estructurales se muestran en los planos. Para otros empalmes usar las condiciones indicadas en Empalmes de Armadura del plano de especificaciones.

Si el Contratista propone usar empalmes con soldaduras o de otro tipo, estos deberán ser autorizados por la Supervisión de obra; en este caso, se usarán electrodos de la clase AWS E-7018 (Supercito 110 de Oerlikon o similar). Deberá precalentarse la barra a 100°C aproximadamente y usarse electrodos completamente secos.

### 3.0 JUNTAS

- 3.1 Juntas de construcción.** Las juntas no indicadas en los planos serán ubicadas de tal manera de no reducir la resistencia de la estructura. El Contratista elaborará el programa de vaciados y juntas; cuando deba hacerse una junta fuera de lo programado, deberá obtenerse la aprobación de la Supervisión de obra.

En cualquier caso la junta será tratada de modo tal de recuperar el monolitismo del concreto. Para este fin, en todas las juntas verticales, se dejarán llaves de dimensión igual a un tercio del espesor del elemento con una profundidad de 2.5 cms. en todo el ancho o largo del mismo. Adicionalmente, en todas las juntas.



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
C-2.0	OBRAS CIVILES - CONCRETO	9 de 10

horizontales, inclinadas o verticales, se tratará la superficie del concreto hasta dejar una superficie rugosa con el agregado grueso descubierto; inmediatamente antes de colocar el concreto fresco se limpiará la superficie dejándola libre de polvo y material extraño y se rociará la superficie con lechada de cemento. El Contratista puede proponer otros métodos para recuperar el monolitismo del concreto. Estos, antes de su aplicación, serán sometidos a la aprobación de la Supervisión de obra.

**3.2 Juntas de expansión.** Las juntas de expansión serán construidas de acuerdo a los detalles y ubicaciones que aparecen indicadas en los planos.

El material de relleno de la junta de expansión será el indicado en planos.

#### **4.0 ROMPEAGUAS**

La ubicación y material de los rompeaguas está indicada en los planos estructurales. En todo caso el largo de las piezas de rompeaguas, sobre todo cuando sean de material premoldeado, será el mayor posible. Las juntas del rompeagua en las intersecciones serán efectuadas de la manera más apropiada al material que se está empleando.

#### **5.0 ELEMENTOS EMBEBIDOS EN EL CONCRETO**

Todos los manguitos, insertos, anclajes, tuberías, etc. que deban dejarse en el concreto serán colocados y fijados firmemente en su posición definitiva antes de iniciarse el llenado del mismo. El personal que efectúe este trabajo, deberá recibir aviso con tiempo suficiente para impedir que se encuentren trabajando al momento de iniciarse la colocación del concreto.

La ubicación de todos estos elementos se hará de acuerdo a lo indicado en los planos pertinentes y dentro de las limitaciones fijadas en ellos.

Todos los recesos que se dejen en el momento para el anclaje posterior de pernos u otros elementos, serán rellenos con concreto de la misma clase del concreto del elemento en el cual se ha dejado el receso, con la adición de un aditivo plastificante expansivo del tipo interplastic C de Sika o similar aprobado por la Supervisión de obra.

No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
C-2.0	OBRAS CIVILES - CONCRETO	10 de 10

Los cables eléctricos para el sistema de protección catódica que deban dejarse empotrados en el concreto deberán colocarse aislados eléctricamente en todo su recorrido, de manera de no introducir cargas eléctricas en el concreto.

Todas las conexiones entre cables quedarán a la vista, es decir, que quedarán fuera de los elementos de concreto.

#### **6.0 PROTECCIÓN DEL CONCRETO FRESCO, RESANADO DE DEFECTOS SUPERFICIALES**

El concreto fresco debe ser protegido de la acción nociva de los rayos del sol, de viento seco en condiciones de evaporación alta, de golpes, vibraciones y otros factores que puedan afectar su integridad física o interferir con la fragua.

Todos los defectos superficiales reparables serán reparados inmediatamente después del desencofrado. La decisión de qué defectos superficiales pueden ser reparados y de qué áreas deben ser íntegramente removidas, será función exclusiva de la Supervisión de obra la que deberá estar presente en todas las labores de desencofrado, no pudiendo efectuarse las mismas sin su aprobación expresa.

El procedimiento y materiales para el resane serán tales que aseguren la permanencia de la restitución de la capacidad estructural del elemento y de los recubrimientos de la armadura especificados.

El resane de zonas de concreto expuesto o con tratamiento arquitectónico especial será decidido por la Supervisión de obra inmediatamente después de haberse desencofrado. En todo caso la responsabilidad final será del Contratista, al que podrá exigírsele la remoción o demolición una vez efectuado el resane si el resultado final, a juicio exclusivo de la Supervisión de obra, no es adecuado.



**ROBERTO EMILIO REFERRAY LIZARRAGA**  
**INGENIERO CIVIL**

Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 18260



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
C-3.0	OBRAS CIVILES – ANILLO DE FUNDACION DEL TANQUE	1 de 1

### Alcance

Esta partida comprende la construcción del anillo de fundación del tanque.

### Materiales

El anillo de cimentación será de concreto armado. El concreto será de Clase D (Ver cuadro No. 1 de la Especificación No. 4 OBRAS CIVILES - CONCRETO).

### Construcción

La construcción del anillo se hará en estricto acuerdo con los planos y con las especificaciones de las Obras Civiles y las presentes especificaciones Técnicas. Se harán las excavaciones a los niveles requeridos, compactándose luego la superficie del terreno con compactadoras mecánicas manuales. Terminada la compactación se procederá a vaciar un solado de 10 cms de altura y con un ancho igual al del anillo + 5 cms. a cada lado. El concreto será de 100 kg/cm<sup>2</sup>.

El anillo se construirá encofrando las paredes laterales. No se permitirá vaciar sin encofrado lateral. La armadura tendrá separadores hechos con concreto de la misma calidad que el especificado para el anillo.

La armadura longitudinal del anillo se comenzará a armar sobre el solado al día siguiente de vaciado este.

Los traslapes de las varillas de acero se traslapará en una misma sección en no más del 50% de la cantidad de varillas longitudinales y la distancia entre traslapes no deberá ser menor a 3 metros.

**ROBERTO EMILIO BEERAY LIZARRAGA**  
**INGENIERO CIVIL**  
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N°

No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-1.0	OBRA METAL-MECANICAS – ESTRUCTURAS METALICAS	1 de 4

### **1.00.-GENERALIDADES:**

Estas especificaciones gobiernan la construcción de estructuras o piezas metálicas que no sean tanques, instalación de tuberías, piezas, equipos o estructuras especiales.

Los planos de construcción y/o montaje darán información completa sobre la ubicación de la estructura o pieza, las dimensiones, secciones, niveles y posición de los diferentes elementos de la estructura, así mismo aparecerán debidamente acotadas, la distancia entre ejes y los diferentes niveles.

Los planos podrán indicar, cuando sea conveniente, información sobre bases de diseño, cargas aplicadas y esfuerzos permisibles.

En general se utilizarán notaciones, abreviaturas y símbolos aceptados y conocidos, y que permitan distinguir entre ejecución en taller o en obra en cuanto sea necesario. Siempre que se utilicen notaciones, abreviaturas y símbolos particulares, estos quedarán inequívocamente explicados en los planos correspondientes.

### **2.00.- MATERIALES**

Salvo mención expresa en contrario, que aparecerá en los planos correspondientes, los materiales corresponderán a las siguientes normas de la ASTM, salvo indicación en contrario.

- 2.01 Acero en perfiles o barras redondas o cuadradas, A-36
- 2.02 Planchas de acero:
  - a. Lisas, A-283, grado C ó A-36
  - b. Estriadas, A-36
- 2.03 Acero fundido A-27, grado 65-35
- 2.04 Acero forjado A-235, clase C1, F ó G
- 2.05 Acero para pernos:
  - a. pernos negros, A-307
  - b. pernos de alta resistencia, A-325
  - c. pernos ASTM A-193 Gr. 7 con tuercas A-194 Gr. 2H
- 2.06 Electrodo para soldadura, A-233 de las series E60XX o 70XX, la que sea más adecuada para la aplicación proyectada.



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-1.0	OBRAS METAL-MECANICAS – ESTRUCTURAS METALICAS	2 de 4

### 3.00.- FABRICACION:

#### 3.01 Acero estructural

- Todas las piezas metálicas deberán estar debidamente identificadas antes de su empleo y una vez reservada o fabricada para su uso serán marcadas para facilitar su ensamblaje o erección en obra. No se utilizarán piezas no identificables en partes estructurales. Estas piezas podrán utilizarse en partes de poca importancia o no estructurales, siempre que estén libres de imperfecciones superficiales.
- Las piezas roladas serán aceptadas dentro de las tolerancias prescritas para su fabricación. No se aceptará el enderezamiento de piezas excesivamente dañadas. Si es necesario enderezar el materia se emplearán métodos que no dañen el metal o incorporen esfuerzos residuales excesivos.
- Todas las piezas metálicas se depositarán sobre plataformas, caballetes o cualquier otro dispositivo que las separe del suelo natural, debidamente protegidas del polvo, lluvia u otro agente agresivo al material.
- El corte a soplete se hará preferentemente a maquina. Los bordes cortados a soplete que estarán sujetos a esfuerzos importantes, o sobre los cuales se depositará soldadura, deben quedar libres de estrías. Cualquier estría que quede del corte se eliminara por esmerilado. Todas las esquinas entrantes se redondearán para que queden libres de muescas, hasta conseguir un radio no menor de 1/2".
- No es necesario cepillar o terminar los bordes de las planchas o perfiles que sean cortados con cizalla o soplete a no ser que se indique específicamente en los planos o se incluya en una estipulación de preparación de borde para soldadura.
- Salvo indicación expresa en contrario en los planos correspondientes, los empalmes de elementos rolados serán al tope y con completa penetración.
- Las piezas terminadas estarán libres de torceduras, dobleces y uniones abiertas. Serán rechazadas las piezas que presenten dobleces o desviaciones exageradas.
- La tolerancia en la longitud será de:  
1/16" para elementos no menores de 30'-0"  
1/8" para elementos mayores de 30'-0"
- Los elementos fabricados en taller y que queden finalmente expuestos a la intemperie, serán entregados con la primera capa de imprimante.



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-1.0	OBRAS METAL-MECANICAS – ESTRUCTURAS METALICAS	3 de 4

### 3.02 Pernos

- En ausencia de cualquier indicación en los planos correspondientes, el diámetro de los alojamientos para pernos no podrá ser mas de 1/16" mayor al diámetro nominal de los pernos.
- Los alojamientos para pernos podrán punzonarse en planchas de espesor de espesor no mayor de 3/4". Para espesores mayores serán taladros o sub-punzonados y escareados. El punzón para el sub-punzonado será 1/16" del diámetro nominal del perno.
- Las piezas a empernarse se colocarán estrechamente en contacto durante la colocación y fijación de los pernos. Cualquier desviación que ocurra durante el ensamble no deberá distorsionar el metal o ensanchar los alojamientos. Se rechazarán todas las piezas que presenten una mala coincidencia entre alojamientos.
- Las superficies de contacto a ensamblarse, deberán estar libres de escamas, excepto las escamas de laminado firmemente adheridas; suciedad, escamas sueltas, rebabas y otros defectos que pudieran un contacto firme de las partes. Las superficies de contacto, para juntas tipo fricción, estarán libres de aceite pintura, laca o galvanizado.
- Cuando se usen pernos de alta resistencia, las superficies de las partes conectadas en contacto con la cabeza o tuerca del perno, no tendrán una inclinación de más de 1:20 con respecto a un plano perpendicular al eje del perno, cuando la superficie de la parte conectada con pernos de alta resistencia tenga una inclinación de más de 1:20, se empleará una arandela biselada para compensar esta falta de paralelismo, las partes conectadas por pernos de alta resistencia quedarán firmemente unidas una vez ensambladas y no estarán separadas por empaquetaduras o cualquier otro material interpuesto que sea compresible.
- Todos los pernos de alta resistencia se ajustarán hasta conseguir una tracción en el perno, no menor que la carga de prueba dada en la especificación ASTM, aplicable a este tipo de perno. El ajuste se hará por llaves calibradas o por el método de vuelta de tuerca.
- Los pernos ajustados por medio de llaves calibradas (torquímetros) se instalarán colocando una arandela endurecida debajo del elemento girado al ajustar; sea ésta la tuerca o la cabeza del perno. No se necesitan arandelas endurecidas cuando los pernos son ajustados por el método de vuelta de tuerca.

### 3.03 Soldaduras

- Las soldaduras las efectuarán solamente operarios calificados que hayan aprobado la prueba de soldadores cuyas especificaciones se incluyen en





No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-1.0	OBRAS METAL-MECANICAS – ESTRUCTURAS METALICAS	4 de 4

- b) este tomo de especificaciones técnicas. Soldadores no calificados podrán hacer puntos de soldadura de fijación o de cobertura que no estén sometidos a esfuerzos.
- c) La superficie a soldarse, estarán libres de escamas de óxido sueltas, escoria, óxido, grasa, pintura y cualquier otra materia extraña, excepto la escama de laminado que no pueda removerse con el cepillo de alambre.
- d) No se ejecutarán soldaduras si la temperatura del metal base es inferior a 0°F. A temperaturas entre 32° F y 0°F, la superficie de las áreas a soldarse se calentará a temperaturas sensibles a la mano en un círculo de 3 pulg. del punto donde se empezará a soldar.
- e) Si el metal base tiene un espesor inferior a 1 1/2" en el punto a soldarse, la temperatura en el área adyacente a la soldadura será por lo menos de 70°F.
- f) La soldadura será conforme a las instrucciones del fabricante, relativas a voltaje y amperaje (y polaridad en caso de ser corriente directa) recomendados y la selección del electrodo más adecuado para tal uso, y la posición de soldado.
- g) No se harán soldaduras de filete menores de 3/16".
- h) La secuencia de soldadura será la indicada en los planos. En ausencia de tales indicaciones será tal que no introducirá esfuerzos residuales o distorsiones excesivas.
- i) Las soldaduras de filetes se prolongarán en las esquinas, por lo menos dos veces el tamaño nominal del filete.
- j) Las superficies a soldarse con filetes deberán estar en estrecho contacto, siendo la máxima separación permisible de 3/16". En estos casos el tamaño del filete se incrementará en la distancia de la separación.

#### **4.00.- MONTAJE:**

- 4.01 La estructura metálica será montada correctamente y a plomo, de acuerdo a los planos.
- 4.02 Para esto podrá usarse arriostramientos o estructuras auxiliares temporales para aliviar de cargas a la estructura durante su montaje o como plataforma de trabajo.
- 4.03 Si estos arriostramientos o estructuras auxiliares son metálicas, su construcción se ceñirá igualmente a estas especificaciones.
- 4.04 Cualquier conexión temporal de los arriostramientos o estructuras auxiliares con la estructura en construcción, que no fuese prevista en el diseño, evitará causar daños que puedan afectar su comportamiento.

No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-2.0	OBRAS METAL-MECANICAS – PRUEBAS DE SOLDADORES	1 de 3

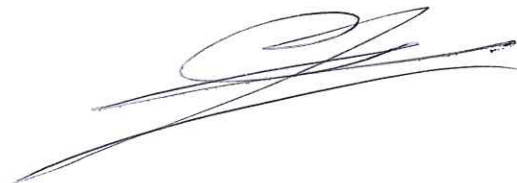
4.05 Se empezarán a fijar permanentes y a depositar cordones de soldaduras, una vez comprobado el correcto alineamiento de la estructura, de acuerdo a los planos.

**5.00.- TECHADOS CON PLANCHAS GALVANIZADAS:**

Las planchas serán de espesor mínimo equivalente al US Standard Gage 29.

Se instalarán utilizando elementos de fijación que no alteren la impermeabilidad de la cobertura y que sean capaces de mantener a las planchas en su posición bajo la acción del viento sin causarles desgarramientos, evitando además vibraciones excesivas.

La secuencia horizontal de colocación será a la dirección predominante del viento.





No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-2.0	OBRAS METAL-MECANICAS – PRUEBAS DE SOLDADORES	2 de 3

### 1.- GENERALIDADES

Todo trabajo de soldadura que deba ser realizado por el Contratista será hecho por soldadores debidamente calificados según el procedimiento que se describe a continuación.

El número y tipo de pruebas serán los que se indican en estas especificaciones, salvo en el caso en que la Supervisión estime repetir algunas de éstas o realizar otro tipo de prueba, para lo cual el Contratista deberá proveer lo necesario.

La calificación de un soldador no supone que necesariamente podrá realizar cualquier tipo de trabajo de soldadura, sino solamente aquellos que haya sido aprobado.

### 2.- TIPOS DE PRUEBA

Los ensayos se realizarán en los siguientes tipos de costura:

- a) **Horizontal** : Cuando la prueba se encuentra en el plano vertical la costura según una horizontal y el electrodo se aplica lateralmente.
- b) **Vertical**: Cuando la prueba se encuentra en el plano vertical, el electrodo se aplica lateralmente, y la costura es vertical.
- c) **Sobrecabeza**: La probeta está en el plano horizontal y el electrodo se aplica desde abajo a la costura.

Todas estas soldaduras se harán por una sola cara.

Sobre cada una de estas muestras se realizarán dos ensayos de doblaje alternando la posición de la raíz de la soldadura. Para el efecto se utilizarán un mandril o pieza similar de dimensiones aprobadas por la Supervisión y en que se deberá forzar el émbolo de una gata hasta que la curvatura de la muestra adopte una forma de U, aproximadamente.

### 3.- PREPARACION DE LAS MUESTRAS

Se cortará una plancha de acero de la misma calidad del acero que se va a soldar, de 8" de largo por 4" de ancho y de 3/8" de espesor. Esta plancha así preparada se cortará empleando equipo de oxicorte en cuatro tiras de 1" de ancho x 8" de largo. Las dos tiras centrales serán las que se utilizarán en las pruebas de doblado.

Las tiras así obtenidas se cortan por la mitad pudiendo emplearse máquina de cortar o equipo de oxicorte, obteniéndose dos tiras de 1" x 4". A estas tiras así obtenidas, se le harán los chaflanes en el lado donde han sido cortadas.

El chaflán se hará con esmeril y deberá tener en la parte baja, una parte vertical de 1/16" de altura, a partir de este punto se seguirá haciendo el chaflán con una inclinación de 30° con la vertical, hasta terminar el espesor de 3/8" de la muestra.

#### **4.- SOLDADURA DE LAS MUESTRAS**

Las muestras se soldarán colocando las tiras en la posición que se quiera hacer la prueba horizontal, vertical o de cabeza, las dos partes de la tira deben estar perfectamente alineadas de tal forma que formen un plano como si no hubieran sido cortadas por la mitad. La separación entre las partes verticales del chaflán debe ser de 1/8". Luego se procederá a soldar la muestra tal como se ha descrito anteriormente.

El cordón de soldadura una vez terminado debe ser cuidadosamente esmerilado hasta obtener una superficie pareja

#### **5.- RESULTADO DE LAS PRUEBAS:**

La soldadura debe estar libre de rajaduras, falta de penetración, quemaduras y otros defectos.

Las rajaduras sobre el lado final de la soldadura no deberán exceder de 1/32" en profundidad.

La prueba de doblaje se considerará aceptable si el metal de la soldadura o entre la soldadura y el material de la plancha no se presenta rajadura que exceda de 1/8" en cualquier dirección.

Las rajaduras que se originan a lo largo de los bordes de muestra durante la prueba y menores de 1/4" no se tomarán en cuenta.

**ROBERTO EMILIO NEFFRAY LIZARRAGA**  
**INGENIERO CIVIL**  
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 18260



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-3.0	OBRAS METAL-MECANICAS – SOLDADURA DE TUBERÍAS	1 de 4

**1.- OBJETO:**

Esta especificación establece los requisitos de ejecución de uniones soldadas a tope para tuberías de acero al carbono.

**2.- CAMPO DE APLICACIÓN:**

Esta especificación se aplica a tuberías de acero al carbono,

**3.- REFERENCIAS:**

- 3.1 Norma ANSI/ASME: Boiler& pressure vessel code, section V: Nondestructive examination.
- 3.2 Norma ANSI/ASME # B-31.3: ASME code for pressure piping. Chemical plant and petroleum refinery piping.
- 3.3 Especificación # MEC-002: Prueba de soldadores.
- 3.4 Especificación # MEC-003: Prueba hidrostática de ductos.

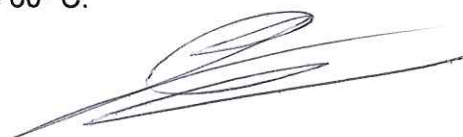
**4.- REQUISITOS:**

**4.1 Materiales:**

- 1) Tubería de acero API-5L, ASTM A-53 o ASTM A-106
- 2) Electrodo: ASTM A-233.
  - a) Pase de raíz: Clase AWS E-6010
  - b) Relleno y acabado: Clase AWS E-7010.

**4.2 Almacenamiento de Electrodo:**

Los electrodos deberán ser almacenados en lugares secos. Si el envase ha sido abierto, los electrodos que no se utilicen inmediatamente deberán mantenerse en un horno a temperatura no menor de 60° C.



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-3.0	OBRAS METAL-MECANICAS – SOLDADURA DE TUBERÍAS	2 de 4

#### 4.3 Personal:

Los trabajos e soldadura de tubería sólo podrán ser ejecutados por soldadores calificados según Especificación M-2.0.

#### 4.4 Equipos para Ejecución:

La soldadura de tuberías se ejecutará únicamente con equipos para soldar por arco eléctrico, de corriente continua.

#### 4.5 Preparación:

- 1) Los extremos de las tuberías a soldar deberán ser biselados, según figura 1, por fabricación, proceso mecánico (torno o similar) o con equipo de oxi-corte. En caso de utilizarse equipo de oxi-corte, se acabará la preparación con lijadora, esmeril o escobilla metálica, para remover imperfecciones y obtener una superficie suave, y se empleará equipo biselador automático o mecánico.
- 2) Inmediatamente antes de soldar, los bordes biselados deberán ser limpiados de oxido, grasa, pintura o cualquier otro material extraño, hasta obtener metal blanco brillante.

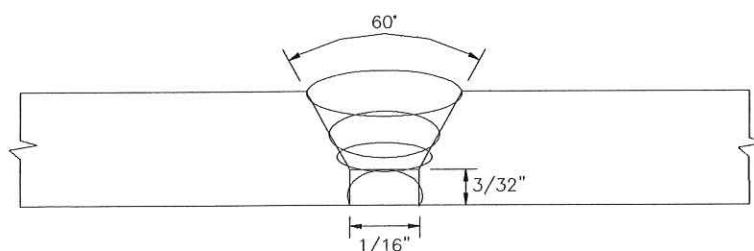
#### 4.6 Ejecución:

- 1) Los diámetros de electrodos y corrientes a utilizar, serán los indicados en la tabla 1.
- 2) Se utilizara corriente continua con polaridad invertida ( electrodo positivo).
- 3) Deberán usarse guías y sujetadores externos, a fin de prevenir posibles desalineamientos y/o deformaciones producidas por la soldadura. Al término del trabajo de soldadura, las guías y/o sujetadores deberán ser completamente removidos.
- 4) El número de pases será función del espesor de pared de la tubería (ver figura 2). Se utilizarán los valores indicados en la Tabla 1.
- 5) Durante la soldadura, la escoria que haya quedado, sobre el cordón, deberá ser removida con esmeril o escobilla metálica, antes de aplicar el siguiente pase.
- 6) Durante la preparación y ejecución de as juntas soldadas, deberá evitarse el olvido de objetos extraños dentro la tubería. Sin en el momento de la puesta en servicio se detectarán estos, será responsabilidad del contratista su ubicación y retiro.

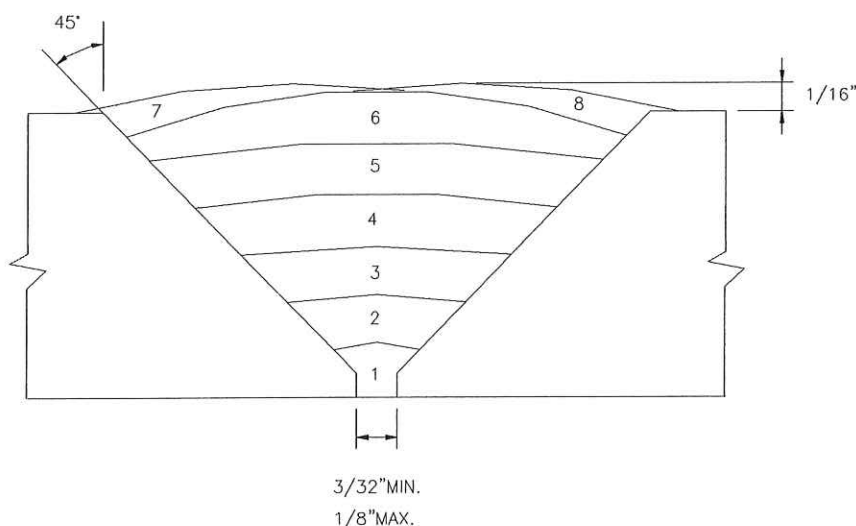




No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-3.0	OBRAS METAL-MECANICAS – SOLDADURA DE TUBERÍAS	3 de 4



**FIGURA 1**



**FIGURA 2**

ESPESOR DE PARED mm.	NUMERO DE PASES	DE DIAMETRO DE ELECTRODO mm (in)	CORRIENTE RECOMENDADA AMPERE.	
			E-6010	E-7010
Hasta 5,6	2	3,2 ( 1/8 )	80 a 130	90 a 150
5,61 a 10	3-4	4,8 ( 3/16 )		

**TABLA 1**

*[Firma manuscrita]*

No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-3.0	OBRAS METAL-MECANICAS – SOLDADURA DE TUBERÍAS	4 de 4

**4.7 Pruebas:**

- 1) Una vez soldado cada tramo de tubería, se comprobará su hermeticidad realizando una prueba hidrostática a 225 psi durante 4 horas.
- 2) Cuando se requieran pruebas radiográficas, se llevarán a cabo de acuerdo con el código ASME, sección V.

  
**ROBERTO EMILIO REFRERY LIZARRAGA**  
**INGENIERO CIVIL**  
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 18260



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-4.0	OBRAS METAL-MECANICAS – ARENADO A METAL BLANCO	1 de 3

**1.- OBJETO:**

Esta Especificación establece los requisitos para la preparación de superficies de acero, previa a la aplicación de pintura, por el procedimiento de " Arenado a Metal Blanco"

**2.- CAMPO DE APLICACIÓN:**

Esta especificación se aplica a toda clase de estructuras de acero, tanques, tuberías y equipos en general.

**3.- REFERENCIAS:**

3.1 Especificación SSPC-SP-5.

**4.- DEFINICIONES:**

4.1 Arena: Material abrasivo, formado por partículas minerales de procedencia aluvial.

4.2 Arenado: Procedimiento de limpieza de superficies de acero mediante la proyección de un chorro de arena impulsado por aire comprimido.

4.3 Arenado a metal blanco: Procedimiento de arenado prolongado hasta que la superficie presente un color uniforme gris blanco con brillo metálico, sin zonas oscuras ú opacas.

Sirve para eliminar óxidos, sustancias químicas, polvo, suciedad, escorias de soldadura, pintura antigua y otras sustancias que puedan afectar la adherencia de la pintura. Además produce cierta porosidad en la superficie, lo cual facilita su impregnación.

**5.- REQUISITOS:****5.1 Materiales:**

a) Arena:

- Procedencia: La arena deberá ser de cantera o de río lavada y seca. No se deberá usar arena de playa.

No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-4.0	OBRAS METAL-MECANICAS – ARENADO A METAL BLANCO	2 de 3

- Composición: deberá ser 95% cuarzo; el 5% restante podrá ser mica, feldespato y rocas diversas.
- No deberán usarse arenas contaminadas con sustancias orgánicas ( calcita, etc) u oxidantes (salitre, pirita etc.).
- Granulometría: deberá pasar la malla 16 y ser retenida por la malla 30.
- Aspecto: Deberá ser limpia, con color uniforme.

Se podrá utilizar igualmente granalla de cobre.

b) Aire comprimido:

- Presión: Aproximadamente, 689.5 kPa (100 psi), a la salida del compresor.
  - Caudal: Aproximadamente, 0.094 m<sup>3</sup>/5 (200 cfm) por cada tobera de arenado.
  - Composición : Libre de agua y aceite.
- c) Solvente: Se usará solvente o aguarrás mineral.
- d) Reactivo de inspección: Se usará "Varsol".

## 5.2 Condiciones ambientales:

Humedad relativa no mayor de 85%.

Cuando la humedad ambiental sea mayor del 85% no se deberá arenar a la intemperie, el arenado deberá hacerse en un ambiente acondicionado, con humedad controlada, en taller o en el campo.

## 5.3 Equipos de ejecución:

- a) Equipos para arenar: Comprenden el compresor de aire, el depósito de arena, dispositivo de fluidificación, mangueras, conexiones, separadores de aceite y agua; y tobera de aplicación. La manguera deberá estar conectada a tierra para eliminar cargas electrostáticas.

Si existe el peligro de fuego o explosión en el lugar, deberá tomarse todas las medidas de precaución antes de iniciar el trabajo.

- b) Equipos de seguridad: El operador del equipo de arenado, deberá usar:
- Máscara con filtro para respirar y anteojos de seguridad.
  - Ropa especial, incluyendo capucha, mandil y guantes de protección.

- c) Equipos de limpieza: Se usará escobillas, brochas y trapos. No se permitirá el uso de "waipé".



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-4.0	OBRAS METAL-MECANICAS – ARENADO A METAL BLANCO	3 de 3

d) Mantas de protectoras con andamiaje para evitar el esparcimiento del polvo producto del arenado.

#### **5.4 Preparación:**

Antes del arenado, se deberá eliminar todos los depósitos visibles de aceite o grasa siguiendo el método siguiente:

- Se frotará la superficie con brochas o trapos humedecidos con solvente, hasta lograr eliminar la grasa o aceite.
- Se efectuará la limpieza final con escobillas o trapos limpios humedecidos con solvente.

#### **5.5 Ejecución:**

Se aplicará el chorro d arena a la superficie de acero, a fin de eliminar todos los óxidos ("mill scale"), pintura y sustancias extrañas.

#### **5.6 Acabado:**

- Después de; arenado y antes de aplicar la pintura se deberá eliminar cualquier óxido, aceite, grasa u otros contaminante que pudiera quedar, procediendo como en 5.4.
- Así mismo, se deberá eliminar de la superficie todo el polvo y residuos de arena.

#### **5.7 Inspección:**

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 el trabajo o remplazar al material que sea encontrado defectuoso.

#### **5.8 Prueba del solvente:**

Para verificar la calidad del arenado, se aplicara el reactivo de inspección a las zonas cuestionadas. Si se observan puntos de corrosión (puede utilizarse una lupa), el arenado no es correcto y deberá rehacerse.



**ROBERTO EMILIO REFFRAY LIZARRAGA**  
**INGENIERO CIVIL**

Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 18260

No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-5.0	OBRAS METAL-MECANICAS – CONSTRUCCIÓN DE TANQUES SOLDADOS EN BASE AL API 650	1 de 20

**1.- OBJETO:**

Esta especificación establece los requisitos mínimos de calidad para los materiales, fabricación, montaje y pruebas, en la construcción de estanques cilíndricos verticales, de acero soldados de acuerdo a la Norma API 650.

**2.- CAMPO DE APLICACIÓN:**

Esta Especificación es aplicable a la construcción y reparación de tanques verticales de almacenamiento.

**3.- NORMAS DE REFERENCIA:**

- API 650 Weld steel tanks for oil storage, spec. for.
- ASTM A36 Spec. for structural steel.
- ASTM A283-C Spec. for and intermediate tensile strength carbon steel plates.
- ASTM A307 Spec. for low-carbon steel externally and internally threaded standard fasteners.
- AWS A5.1 Spec. for mild steel covered arc-welding electrodes
- API 5L Spec. for line pipe
- ANSI B16.5 Pipe flanges and flanged fittings

**4.- MATERIALES Y EQUIPOS:**

**Materiales:**

Los materiales deberán cumplir los requisitos de esta especificación, excepto los que se indiquen expresamente en los planos.

- a) Planchas: Serán de acero, ASTM A-36, de calidad estructural. Su espesor no será menor que el especificado en los planos en mas de 0.25 mm ( 0.01 pulg.)



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-5.0	OBRAS METAL-MECANICAS – CONSTRUCCIÓN DE TANQUES SOLDADOS EN BASE AL API 650	2 de 20

- b) Electrodo: Cumplirán los requerimientos de la especificación AWS A5.1, serán de la serie de clasificación E-60 y se seleccionarán según la calidad de acero de las planchas, el tipo de corriente empleada, la posición de la soldadura u otras circunstancias. En los planos se establece el tipo de electrodo a utilizar.
- c) Perfiles estructurales: Serán e acero de calidad ASTM A36.
- d) Tuberías: Las tuberías: Las tuberías y uniones cumplirán la especificación API 5L o ASTM A-53 Gr.B o ASTM A 106.
- e) Bridas: Será de acero, del tipo SLIP-ON o de cuello (Welding Neck), soldables y de acuerdo a especificación para bridas de acero al carbón, forjado, de la ANSI B16.5.
- f) Pernos: Deberán cumplir con la especificación ASTM-A307. Los pernos y tuercas serán de cabeza hexagonal, a no ser que se especifique de otro modo en los planos.

#### **4.2 Equipos:**

- a) Las maquinas de soldar o de corte, deberán estar en buenas condiciones de operación,, que permitan a soldadores calificados obtener juntas de la calidad requerida en esta especificación.
- b) Los equipos de maniobra (grúas o similares) estarán en buenas condiciones de operación y seguridad.

### **5.- REQUISITOS DE EJECUCIÓN:**

#### **5.1 Fabricación:**

##### **5.1.1 Condiciones Generales**

- a) La calidad y terminado del trabajo de fabricación serán de primera clase en todos sus aspectos y estará sometido a la Supervisión de obra.
- b) Cualquier material o ejecución que no satisfaga las especificaciones serán rechazado. Cualquier material, que después de su inspección en taller, o durante el montaje o prueba del tanque, muestre defectos, será rechazado, y el Contratista será notificado a este respecto por escrito y deberá proporcionar,

c)

No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-5.0	OBRAS METAL-MECANICAS – CONSTRUCCIÓN DE TANQUES SOLDADOS EN BASE AL API 650	3 de 20

oportunamente, nuevos materiales y hacer los reemplazos necesarios o reparaciones adecuadas.

- c) Cuando que haya que enderezar el material, se procederá a hacerlo antes de su conformación y su montaje. Para ello, se prensará el material o se empleará otro método que no deteriore el acero. No se permitirá calentar el material si no es a la temperatura de forjado ( 900° - 1000°C) y sólo a esa temperatura se le podrá martillar.

#### 5.1.2 Inspección en taller:

- a) La Supervisión tendrá acceso a los ambientes del taller del Contratista en que se ejecute el trabajo del contrato. El Contratista dará a la Supervisión, todas las facilidades razonables que les permitan asegurarse de que el material que se esta usando se ajusta a las especificaciones y suministrará, libres de costos, las muestras de materiales que para esto pueden ser necesarias. La inspección se hará en el taller, antes del transporte a la obra. El Contratista notificará a la Supervisión con la debida anticipación la fecha del comienzo del trabajo en taller.
- b) Las inspecciones en taller no liberarán al Contratista de la responsabilidad de reemplazar cualquier material defectuoso o reparar cualquier defecto de fabricación que se detecte en obra.

#### 5.1.3 Acabado de Bordes de Planchas:

- a) El corte de los bordes de las planchas podrá hacerse con cizalla, fresa cincel (chipped) u oxigeno ( con guías, en este último caso). El uso de la cizalla se limitará a planchas de 9.5 mm (3/8 pulg.) de espesor para uniones a tope y de 16.0mm (5/8 pulg.) para uniones traslapadas. Cuando se corten con oxígeno, la superficie resultante será uniforme y lisa, y se limpiarán las acumulaciones de escama y escoria antes de soldarse.
- b) En los bordes que deban ser soldados no será necesario eliminar la capa fina de óxido que permanezca adherida después de limpiar el borde con escobilla de alambre. Los bordes circunferenciales del techo y fondo pueden ser cortados manualmente con oxígeno.





No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-5.0	OBRAS METAL-MECANICAS – CONSTRUCCIÓN DE TANQUES SOLDADOS EN BASE AL API 650	4 de 20

#### 5.1.4 Tolerancias:

La tolerancia en las dimensiones de las planchas para el casco serán las que se indican en el Cuadro No.1.

**CUADRO NO. 1**

DIMENSION	TOLERANCIA	
Cada plancha:	(mm)	(pulg)
Ancho y largo	± 1.6	± 1/16
Diferencia en Diagonales	± 3.0	± 1/8
Todas las planchas de un mismo anillo:		
Ancho	± 1.6	± 1/16
Los bordes de las planchas serán rectos con	Tolerancia de ± 0.8 mm (1/32 pulg)	

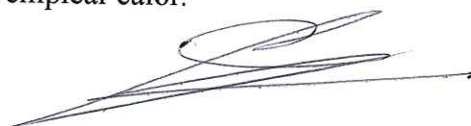
#### 5.1.5 Rolado de planchas:

Las planchas para el manto del estanque, indicadas en el Cuadro No.2 deberán ser roladas adecuadamente a la curvatura del mismo.

**CUADRO No. 2**

ESPESOR NOMINAL DE LAS PLANCHAS ( t )		DIÁMETRO NOMINAL DEL TANQUE ( φ )	
(mm)	(pulg)	(mm)	(pies)
5.0 ≤ t < 9.5	3/16 t < 3/8	φ ≤ 12.2	φ ≤ 40
9.5 ≤ t < 12.5	3/8 t < 1/2	φ ≤ 18.3	φ ≤ 60
12.5 ≤ t < 16.0	1/2 t < 5/8	φ ≤ 36.6	φ ≤ 120
t ≥ 16.0	t ≥ 5/8	TODAS	

Las planchas que no estén comprendidas en el Cuadro No. 2 podrán conformarse en obra, adecuándolas al radio de curvatura sin emplear calor.



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-5.0	OBRAS METAL-MECANICAS – CONSTRUCCIÓN DE TANQUES SOLDADOS EN BASE AL API 650	5 de 20

Las planchas no deberán tener curvatura en un plano vertical, sin embargo, podrá aceptarse como máximo una flecha de 6.40 mm (1/4 pulg) para una cuerda de 91 cm. (36 pulg)

#### **5.1.6 Transporte:**

Las planchas y demás elementos del tanque deberán cargarse y descargarse de los camiones u otros elementos de transporte de tal modo que se asegure su entrega sin daños.

#### **5.2 Montaje:**

##### **5.2.1 Condiciones Generales:**

- El fondo del tanque se instalará sobre el anillo de cimentación y el relleno de arena de la parte interior del anillo.
- No se usará pintura ni ningún otro material extraño entre las superficies en contacto de las uniones del tanque propiamente dicho.
- No se deberá perforar las planchas para el montaje.
- Cualquier pieza soldada a la pared exterior del tanque para el montaje, será removida por corte y cualquier proyección apreciable de soldadura remanente será eliminada con esmeril.

Las planchas no deberán ser desgarradas en el proceso de remover piezas soldadas.

- El Contratista fijará convenientemente el tanque para impedir que se distorsione o ceda durante la erección.
- Todos los andamios serán rígidos, estarán convenientemente asegurados y tendrán las dimensiones adecuadas para trabajar en ellos con comodidad y seguridad.



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-5.0	OBRAS METAL-MECANICAS – CONSTRUCCIÓN DE TANQUES SOLDADOS EN BASE AL API 650	6 de 20

## **5.2.2 Soldaduras:**

### **5.2.2.1 Generalidades:**

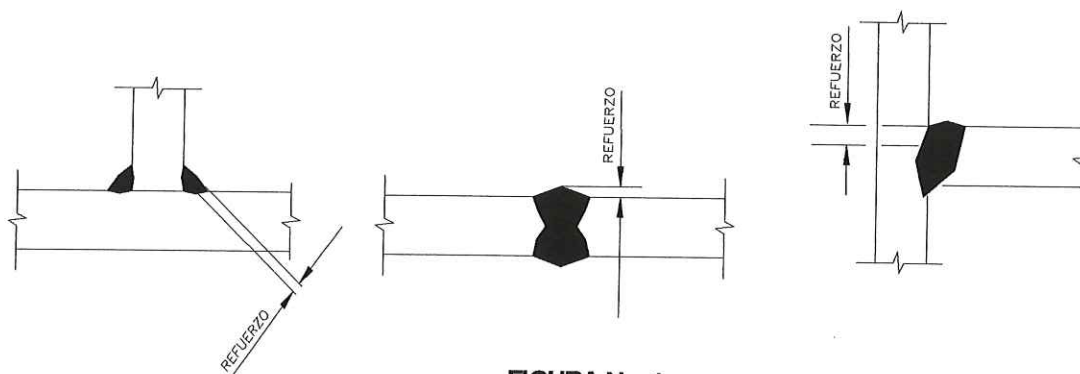
- a) Todo trabajo de soldadura será efectuado únicamente por operarios calificados que hayan aprobado las pruebas para soldadores indicadas en estas especificaciones
- b) Los tanques y sus estructuras serán soldados por el proceso de arco metálico protegido (shielded metal-arc). Las soldaduras pueden hacerse manual, automática o semi-automáticamente.
- c) Las soldaduras deberán ejecutarse de acuerdo a la especificación.
- d) Todas las soldaduras a tope serán de penetración completa. Las planchas de espesor  $\phi$  1/4"podrían no ir biseladas. El resto de las planchas serán biseladas.
- e) No se soldará cuando las superficies que deban ser soldadas estén mojadas por lluvia o nieve o cuando esté cayendo lluvia o nieve en dichas superficies, ni durante período de vientos fuertes, a no ser que la máquina de soldar y el área de trabajo estén debidamente protegidos.
- f) No se soldará cuando la temperatura del metal base sea menor de  $-18^{\circ}$  y  $0^{\circ}\text{C}$  y cuando su espesor exceda de 32 mm (1 1/4 pulg), se le calentará hasta una temperatura tal, que se sienta caliente al tacto, en un círculo de 76mm (3 pulg) de radio, cuyo centro sea el punto donde se empiece a soldar.
- g) Antes de ejecutar un pase de soldadura se limpiará cuidadosamente la escoria u otros depósitos que haya sobre el pase anterior.
- h) El encuentro de las soldaduras con las superficies de las planchas será sin ángulos muy agudos. No habrá socavación (under cutting) del metal base, excepto en las juntas horizontales donde se aceptará una socavación no mayor de 0.8 mm (1/32 pulg) de profundidad y en las juntas verticales no mayor de 0.4mm (1/64 pulg.).
- i) El refuerzo de la soldadura a tope, a cada lado de la plancha no excederá de los espesores indicados en Cuadro No. 3.



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-5.0	OBRAS METAL-MECANICAS – CONSTRUCCIÓN DE TANQUES SOLDADOS EN BASE AL API 650	7 de 20

**CUADRO No 3**

ESPEJOR DE PLANCHA (t)		ESPEJOR MÁXIMO DE REFUERZO			
		Juntas Verticales		Juntas Horizontales	
(mm)	(pulg.)	(mm)	(pulg.)	(mm)	(pulg.)
$t \leq 12.5$	$t \leq 1/2$	2.4	3.32	3.2	1/8
$2.5 < t \leq 25.4$	$1/2 t \leq 1$	3.2	1/8	5.0	3/16
$t > 25.4$	$t > 1$	5.0	3/16	6.4	1/4



**FIGURA No. 1**

El refuerzo de una soldadura está definido por la altura del metal de soldadura que en la cara exterior de éste, excede al perfil nominal especificado ( Ver Fig.1)

- j) Durante la soldadura, las planchas de toda unión traslapada se mantendrán en estrecho contacto mediante puntos de soldadura.
- k) Las soldaduras provisionales (puntos) usadas en las juntas verticales del casco, para mantener las planchas en posición, deberán removerse completamente y no podrán formar parte de la junta soldada.
- l) Las soldaduras provisionales (puntos, del fondo, techo y juntas horizontales del casco), no requerirán ser removidas remover siempre que se encuentren limpias y que sean fundidas completamente con el resto de cordón de soldadura.



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-5.0	OBRAS METAL-MECANICAS – CONSTRUCCIÓN DE TANQUES SOLDADOS EN BASE AL API 650	8 de 20

**5.2.2.2 Fondo:**

- Las planchas del fondo, después de distribuidas y sujetas por puntos de soldadura (apuntaladas), se soldarán en el orden señalado en el plano correspondiente de manera de producir hasta donde sea posible una superficie plana, con la menor distorsión por la contracción de las soldaduras.
- Se soldarán las planchas del fondo que queden bajo el primer anillo del cilindro, en una extensión de 30 cm, como máximo. Si se emplea anular plate se soldarán íntegramente y probarán sus costuras antes de montar el primer anillo.
- Estas costuras se probarán al vacío. Una vez confirmada su calidad, se procederá al montaje del casco.
- Las planchas del casco pueden alinearse por medio de guías (clips), soldadas al fondo y unirse a este por puntos de soldadura antes de comenzar la costura continua entre el borde inferior de las planchas del manto y las planchas del fondo.
- Terminada la soldadura entre el primer anillo del manto y el fondo, se soldarán las uniones del fondo que se hayan dejado de soldar, salvo las uniones del fondo entre el anular plate, o planchas de borde y el resto del fondo. Estas costuras se soldarán luego de terminar de soldar las planchas del casco del tanque en su totalidad, para permitir la libre contracción.

**5.2.2.3 Casco:**

- Para mantener las planchas en su posición, antes de efectuar las soldaduras verticales, se podrá usar el siguiente procedimiento:

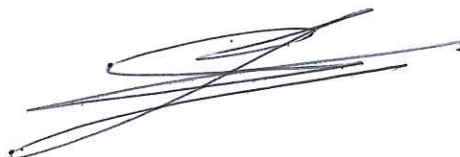
Se apuntalarán platinas por la cara interior de las planchas del casco ( ver Fig. 2), dejando intactos los bordes de las planchas del estanque. Estas platinas se colocarán aproximadamente a 0.30 m de separación.

Las juntas horizontales llevarán los espaciadores adecuados para mantener la separación especificada en los planos y las piezas necesarias para evitar las deformaciones durante las soldaduras. Estas piezas podrán ser como las mostradas en la Fig.3 y se usarán en el número adecuado.

No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-5.0	OBRAS METAL-MECANICAS – CONSTRUCCIÓN DE TANQUES SOLDADOS EN BASE AL API 650	9 de 20

Sin embargo, el Contratista podrá proponer su propio procedimiento de trabajo para los fines mencionados, y someterlo a la aprobación de la Supervisión.

- b) No se efectuará ninguna soldadura horizontal entre anillos, antes de haber terminado de ejecutar todas las costuras verticales de esos anillos.
- c) Toda costura que se haya efectuado contraviniendo cualquiera de estas disposiciones deberá ser eliminada y rehecha por el Contratista.
- d) La falta de alineamiento en uniones verticales terminadas no excederá el mayor de los siguientes valores: 10% del espesor de las planchas o 1.6 mm (1/16 pulg)
- e) En uniones horizontales, a tope, la plomada de la plancha superior respecto a la de la plancha inferior, no sobresaldrá en más de un 20% de su espesor, con un máximo de 3.2 mm (1/8 pulg.) exceptuándose a las planchas superiores de espesores menores de 8 mm (5/16 pulg.) en las que se permitirá un desplome máximo de 1.6 mm ( 1/16 de pulg.).
- f) Para uniones a tope, con soldadura por los dos lados, se limpiará cuidadosamente la parte posterior del primer pase de soldadura, antes de soldar por ese lado. Esta limpieza se hará por esmerilado o con electrodo de carbono. Cuando la parte posterior del pase inicial sea lisa y libre de huecos, se podrán usar otros métodos que sean aprobados por la Supervisión.





No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-5.0	OBRAS METAL-MECANICAS – CONSTRUCCIÓN DE TANQUES SOLDADOS EN BASE AL API 650	10 de 20

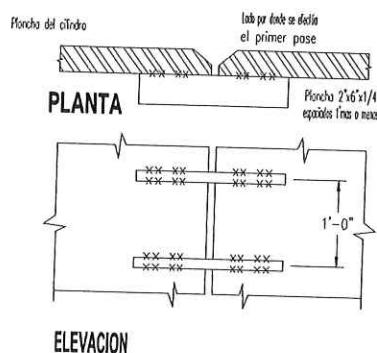


FIG. 2

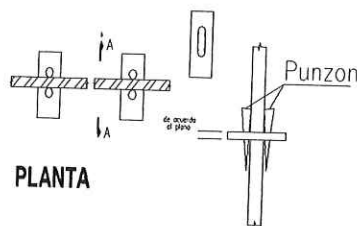


FIG. 3

#### 5.2.2.4 Techo Fijo y Estructura de Soporte

- Los largueros de los techos se montarán alineados y de modo que conformen la superficie especificada en los planos.
- Las planchas del techo serán soldadas al ángulo de rigidez superior del estanque con una soldadura de filete continuo 4 mm (5/32 Pulg.) y por la parte superior solamente, a no ser que se indique otro modo en los planos.
- Las planchas serán soldadas entre si por la cara superior solamente y NO se le soldará a los soportes estructurales. El orden de la soldadura de las planchas está indicado en el plano, de manera de producir la menor distorsión posible.

No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-5.0	OBRAS METAL-MECANICAS – CONSTRUCCIÓN DE TANQUES SOLDADOS EN BASE AL API 650	11 de 20

- d) Las bases de las columnas NO se soldarán al fondo. Los perfiles de fijación de las bases de columnas se soldarán al fondo pero NO a las columnas o sus bases.

### 5.2.3 Tolerancias del Montaje:

#### 5.2.3.1 Casco:

- a) Las deformaciones cerca de las costuras verticales serán menores de 6.4 mm (1/4 pulg.), medidas a partir de una plantilla que tenga un borde curvo, de curvatura igual a la especificada para el tanque, y que corresponda a una cuerda de 91.0 cm. (36 Pulg.). La Plantilla se presentará adosada a la pared del estanque, horizontalmente, en las zonas que se comprueben (Ver Fig. 4 y Fig. 5).
- b) Las deformaciones cerca de las costuras horizontales serán menores de 6.4 mm. (1/4 Pulg.), medidas a partir del borde de una regla recta de 91.0 cm. (36 pulg.), dispuesta verticalmente en contacto con la pared del tanque.
- c) El contratista habilitará estas plantillas y reglas, y las empleará para verificar las deformaciones que pudieran estar presentes.
- d) El radio real del cilindro medido a 30 cm, sobre el fondo, no deberá exceder las tolerancias del cuadro No.4

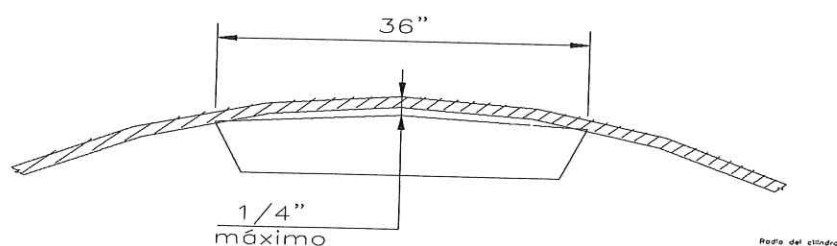
**CUADRO No. 4**

DIÁMETRO DEL CILINDRO		TOLERANCIA EN EL RADIO	
(m)	(pies)	(mm)	(pulg)
0 - 12.2	0 - 40 excl.	± 12.7	± 1/2
12.2 - 45.7	40 - 150 excl.	± 19.0	± 3/4
45.7 - 76.2	150 - 250 excl.	± 25.4	± 1
76.2 - o más	250 - o más	± 37.8	± 1 1/4

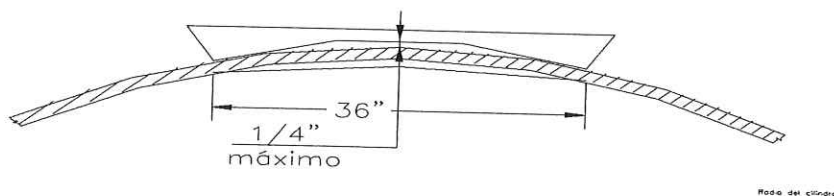
- a) La máxima desviación de la línea de plomada, entre el borde superior del manto y la base del mismo será de 37.8 mm (1 1/4 pulg.) y ningún anillo del cilindro estará mas de 6.4 mm (1/4 pulg) fuera de dicha línea.



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-5.0	OBRAS METAL-MECANICAS – CONSTRUCCIÓN DE TANQUES SOLDADOS EN BASE AL API 650	12 de 20



**FIGURA No. 4**



**FIGURA No. 5**

#### 5.2.3.2 Techo:

El techo no tendrá depresiones donde pueda acumularse lluvia.

#### 5.3 Pruebas, Inspección y Reparaciones:

El contratista efectuará todas las pruebas que se indican a continuación para las que suministrará todos los elementos necesarios.

No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-5.0	OBRAS METAL-MECANICAS – CONSTRUCCIÓN DE TANQUES SOLDADOS EN BASE AL API 650	13 de 20

Antes de iniciar las pruebas del tanque, todas las costuras soldadas deberán estar limpias y libres de pintura, para detectar los defectos de la soldadura.

En caso que se especifique la inspección radiográfica de la soldadura, ésta se hará de acuerdo a la especificación pertinente.

### 5.3.1 Prueba de la Plancha de Refuerzo:

Todas las planchas de refuerzo de boquillas o de entrada de hombre, llevarán un hueco de 6 mm (1/4 pulg) de diámetro, roscado para conexión de aire tal como se indica en los planos. Esta prueba se efectuará antes de la prueba del manto ( Ver acápite 5.3.4).

Para probar la hermeticidad de las costuras de las planchas de refuerzo de las entradas de hombre, boquillas de conexión de tuberías y otras, se cubrirán las costuras interiores y exteriores con agua jabonosa, aceite de linaza u otro material adecuado para descubrir fugas y se inyectará aire a una presión de 1.06 Kg/cm<sup>2</sup> (15 lbs./pulg), por el hueco antes mencionado.

Las costuras deberán ser herméticas. Si se detectan fallas, éstas se repararán conforme al acápite 5.3.6

Terminada la prueba, el hueco se tapará con un tapón macho de 6 mm.

### 5.3.2 Prueba del fondo:

El fondo será sometido a pruebas, antes de pintar las costuras.

Una vez terminadas las soldaduras del fondo y de preferencia antes de colocar todas las planchas del techo, para contar con mejor iluminación, se probará el fondo aplicado vacío a todas las juntas soldadas, usando solución jabonosa, aceite de linaza u otro material adecuado para descubrir filtraciones.

El vacío se puede hacer por medio de una caja (metálica o de madera) de 15 cm. De ancho por 76.0 cm, cuyos bordes llevarán empaquetadura de esponja de jebe. La caja debe tener conexiones, válvulas y vacuómetro.

El vacío en la caja se hará por cualquier método conveniente, tal como, conectándola al múltiple de admisión de un motor de explosión, una bomba de vacío o un eyector de aire. El vacío, medido en un vacuómetro, debe alcanzar un valor no menor de 0.141 kg./cm<sup>2</sup> ( 2 lbs/pulg<sup>2</sup>).



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-5.0	OBRAS METAL-MECANICAS – CONSTRUCCIÓN DE TANQUES SOLDADOS EN BASE AL API 650	14 de 20

La prueba se hará recorriendo todas las juntas soldadas y marcando los puntos donde se detecten fallas, para su posterior reparación.

Una vez terminada la prueba se lavará con agua dulce las planchas donde se haya aplicado agua jabonosa.

### 5.3.3 Control de Asentamientos de la Base:

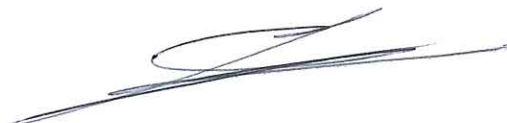
- a) Antes de iniciar la prueba hidrostática del estanque (5.3.4), se marcarán en la base de concreto o en la pestaña de la plancha del fondo que sobresale del cilindro, puntos equidistantes de registro de asentamientos de la cimentación, en la cantidad que corresponda según el cuadro No.5.

**CUADRO No.5**

DIÁMETRO DEL TANQUE	NUMERO DE REGISTROS EQUIDISTANTES
D ≤ 30 m.	8
30 < D ≤ 75 m.	12
D > 75 m.	16

La cota de estos puntos corresponderán a la cota de inicio "0" con relación a un B.M. referencial, de asentamiento "cero".

- b) Se llevará el registro de los asentamientos en los puntos indicados durante la prueba con agua (ver acápite 5.3.4) tanto en el llenado como en el vaciado y según los formatos No. 1,2,3, adjuntos. Los registros se llevarán a cabo en presencia de la Supervisión de preferencia, quien detendrá la operación de llenado cuando el registro de los asentamientos denote un comportamiento anormal de la fundación, particularmente en las siguientes situaciones:
- Cuando en uno varios puntos, el registro de los asentamientos muestra, para una altura constante de agua, una fluencia del suelo de fundación sin tendencia a estabilizarse.



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-5.0	OBRA METAL-MECANICAS – CONSTRUCCIÓN DE TANQUES SOLDADOS EN BASE AL API 650	15 de 20

- Cuando exista entre puntos adyacentes, marcadas diferencias en el registro de asentamientos.
- Cuando se excedan los límites máximos de los asentamientos totales, dados en Cuadro No. 6

En todos estos casos, la reanudación o conclusión de la prueba se hará previa autorización de la Supervisión

**CUADRO No. 6**

ASENTAMIENTO MÁXIMO EN LA BASE DEL TANQUE				
TECHO	FIJO		FLOTANTE	
DIÁMETRO	D ≤ 30.5m.	D > 30.5m.	D ≤ 30.5m.	D > 30.5m.
Entre 2 puntos Diametralmente opuestos	0.35 %	0.35 %	0.23 %	0.23 %
Entre 2 puntos de la circunferencia a 90°	0.05 m	-----	0.04 m	-----
Entre 2 puntos de la circunferencia a 45°	-----	0.05 m	-----	0.04 m
Asentamiento Residual en la periferia desde el final de la prueba hidrostática a la Estabilización completa cuando el tanque se encuentra en condiciones de operación Normal	0.08 m	0.15m	0.8 m	0.15 m

#### 5.3.4 Prueba hidrostática del estanque:

Después de haberse completado la soldadura del estanque y antes de conectarlo a las líneas externas se probará el manto de la siguiente forma:

- Prueba con agua: Si se dispone de agua suficiente, se procederá a llenar el tanque con agua a un régimen no mayor que el que se indica en el cuadro No.7

**CUADRO No.7**

ESPESOR DEL ANILLO INFERIOR (1er. Anillo)		PARTE DEL ESTANQUE	VELOCIDAD DE LLENADO MÁXIMO	
( mm )	( pulg. )		( mm/h )	( pulg/h )
< 25	< 7/8	1er. Anillo - Penúltimo	450	18
		Ultimo Anillo	300	12
> 25	> 7/8	Tercio inferior	450	18
		Tercio Intermedio	300	12
		Tercio Superior	225	9



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-5.0	OBRAS METAL-MECANICAS – CONSTRUCCIÓN DE TANQUES SOLDADOS EN BASE AL API 650	17 de 20

Inicialmente se llenará el estanque hasta la 1/2 de su altura y se dejará con ese nivel durante 24 horas para su estabilización. Durante el llenado y durante el proceso de estabilización se registrarán los asentamientos de los puntos marcados según (5.3.3), cada dos horas.

Se continuará con la prueba llenado el estanque hasta los 3/4 partes de su altura, siguiendo el régimen indicado en el cuadro No.7 y dejándose en ese nivel durante 1 día para su estabilización. El registro de los asentamientos se hará cada 2 horas durante el llenado y cada día durante la estabilización.

Finalmente se llenará el tanque siguiéndose el mismo procedimiento anterior. La altura de llenado para tanques de techo fijo será de 5 cm, sobre el nivel del ángulo superior del cilindro.

Si durante el llenado del tanque se detectara algún humedecimiento o fuga de agua, causado por defecto en la soldadura o en la plancha, se detendrá la prueba, se vaciará el agua hasta un nivel 20 cm. mas bajo que el nivel del defecto y se procederá a su reparación, de acuerdo a los requisitos del acápite 5.3.6 Terminada la reparación, se podrá continuar con esta prueba siguiendo el procedimiento arriba indicado.

El nivel del líquido deberá mantenerse sin descender durante todo el proceso hasta el inicio del vaciado.

#### **b) Prueba con Producto:**

Si no se dispone de agua suficiente para la prueba anteriormente descrita, previa autorización de la Supervisión, se procederá de la siguiente manera:

El Contratista aplicará, por el lado inferior del cilindro, y en todas las costuras, tanto las verticales como las horizontales, Diesel No.2 ligeramente calentado. Las costuras se examinarán por el lado exterior durante 12 horas, para observar si aparecen manchas que denotan defectos en la soldadura.

Las soldaduras defectuosas se repararán de acuerdo al acápite (5.3.6) y luego se efectuará la prueba con producto propiamente dicha.

Se llenará con producto (Diesel No.2 de preferencia), siguiendo el mismo procedimiento que el indicado para la prueba con agua. Si durante este proceso se detectara alguna fuga, se deberá vaciar totalmente el estanque, según el método indicado en el punto c) y se procederá a su desgasificación,

No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-5.0	OBRA METAL-MECANICAS – CONSTRUCCIÓN DE TANQUES SOLDADOS EN BASE AL API 650	18 de 20

coordinándose estas actividades con la Supervisión de obra. Luego se procederá a reparar los defectos según acápite (5.3.), y a la repetición de la prueba.

#### **c) Vaciado de Tanque:**

Después de verificarse la estanqueidad del estanque, el asentamiento de su cimentación, la apertura de las entradas de hombre y ventilaciones del techo, se hará el vaciado del estanque igualmente en 3 etapas con 1/2 día de estabilización entre ellas.

#### **Prueba del Techo Fijo**

Después de completar la soldadura del techo, se probará por uno de los siguientes métodos:

- a) Aplicando una presión interna de aire y usando agua jabonosa, aceite de linaza u otro material adecuado para descubrir fugas.

La presión interna no excederá el peso de las planchas de 5.0 mm (3/16 pulg.)

- b) Aplicando vacío (como en la prueba del fondo, acápite 5.3.2.)

#### **5.3.6 Reparaciones:**

- a) Todos los defectos que se encuentren en las soldaduras o en otras partes del tanque deberán ser aprobadas por la Supervisión debiendo el Contratista repetir, por su cuenta y cargo, todas las pruebas necesarias que se han indicado anteriormente, de manera de dejar la obra correctamente terminada.
- b) Los huecos muy pequeños (como de alfiler) y las propiedades en las uniones del fondo podrán repararse aplicando soldadura adicional sobre el área defectuosa.
- c) Los otros defectos o rajaduras que se descubran en las uniones del fondo se repararán removiendo la soldadura, fundiéndola y rehaciendo la soldadura.
- d) Todo defecto, rajadura o filtración en las uniones del cilindro o en la unión entre éste y el fondo, serán reparados de acuerdo al párrafo anterior.
- e) Los huecos muy pequeños (como de alfiler) aislados, que se descubran en las uniones del techo podrán ser calafateados mecánicamente, pero si hay



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-6.0	OBRAS METAL-MECANICAS – INSPECCION RADIOGRAFICA O GAMMAGRAFICA DE TANQUES SOLDADOS EN BASE AL API 650	19 de 20

cualquier indicación de considerable porosidad en las uniones, o de rajaduras, se colocará un cordón adicional de soldadura sobre las secciones afectadas.

- f) No se permitirá calafateo mecánico para ninguna otra reparación que la señalada en el párrafo anterior.
- g) Todo trabajo de soldadura en un tanque, se hará estando las tuberías correspondientes desconectadas y selladas completamente.
- h) El Contratista no hará ninguna reparación en un tanque que haya contenido producto, sin el consentimiento expreso de la Supervisión.
- i) Asimismo, el Contratista solicitará la autorización de la Supervisión para poder hacer los trabajos de reparación en el tanque, después que se haya vaciado parcial o totalmente el agua de la prueba.

  
**ROBERTO EMILIO REFRAYER LIZARRAGA**  
**INGENIERO CIVIL**  
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 18760

[illegible]**FORMATO No 1**

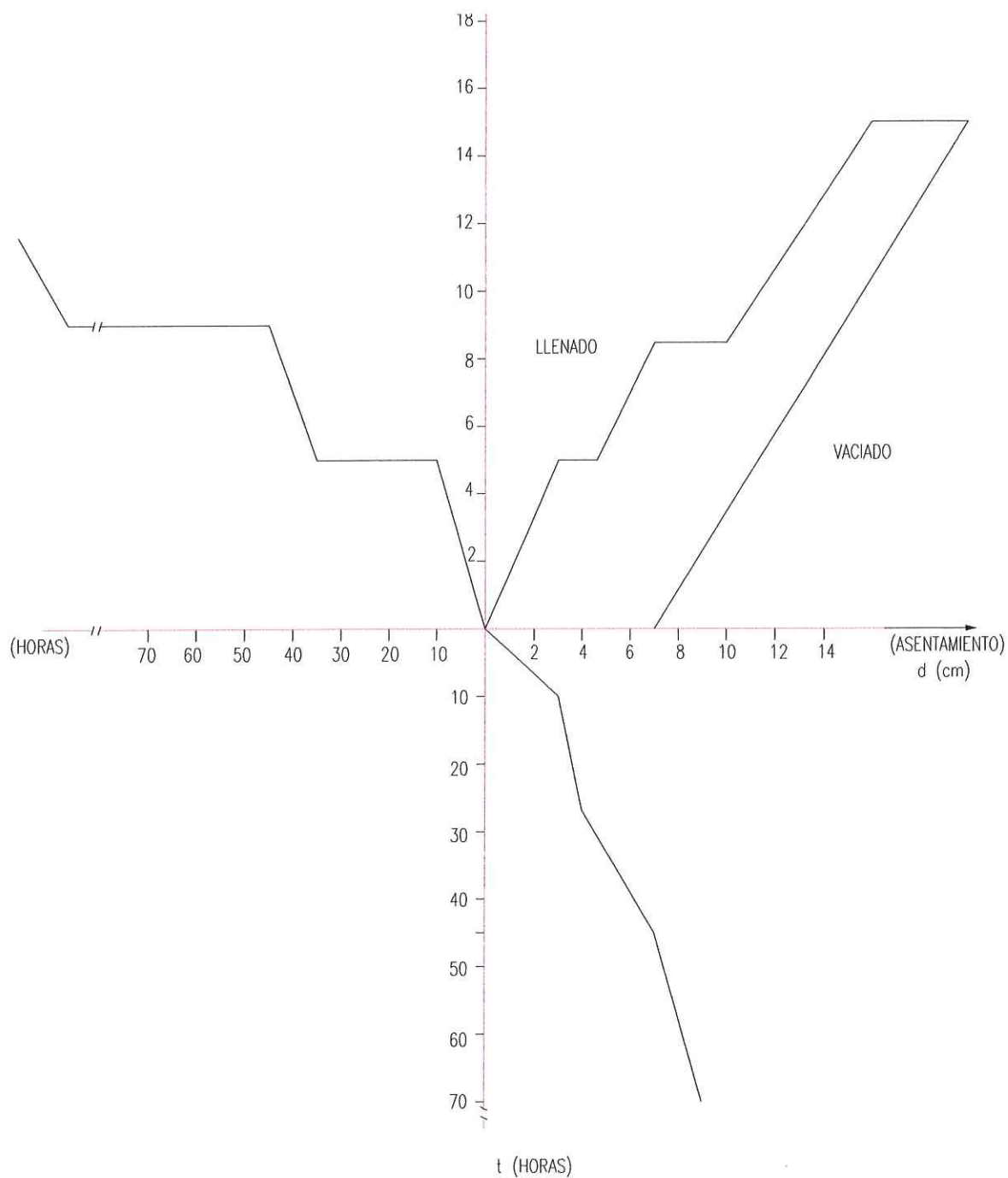
FORMATO No 1  
ROBERTO EMILIO REFFRAY LIZARRAGA

~~INGENIERO CIVIL~~

Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 1926

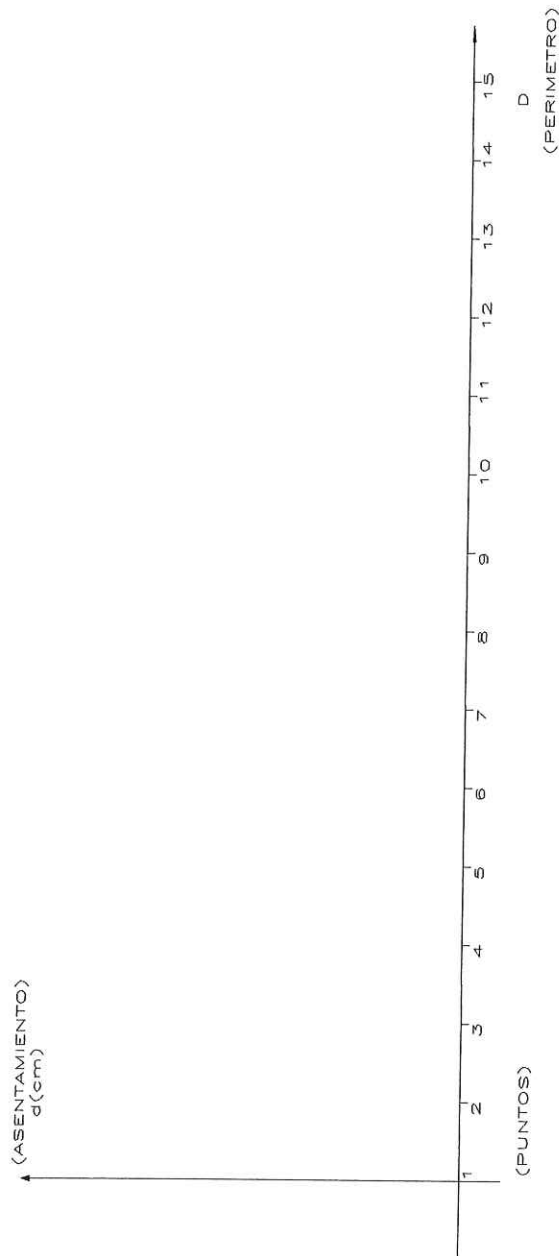


**PROYECTO: REEMPLAZO DE LINEAS SUBMARINAS Y DEL AMARRADERO REFINERIA TALARA**  
**MANUAL DE DISEÑO**



**FORMATO No. 2**

**ROBERTO EMILIO REFFRAY LIZARRAGA**  
**INGENIERO CIVIL**  
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 18260



**FORMATO No. 3**

**ROBERTO EMILIO REFFRAY LIZARRAGA**  
**INGENIERO CIVIL**  
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 18260



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-6.0	OBRAS METAL-MECANICAS – INSPECCION RADIOGRAFICA O GAMMAGRAFICA DE TANQUES SOLDADOS EN BASE AL API 650	1 de 5

**1.- OBJETO:**

Esta especificación establece los requisitos para la inspección radiográfica o gammagráfica de juntas soldadas en estanques de acero.

**2.- REFERENCIAS:**

Forman parte de esta Especificación los siguientes documentos:

- 2.1 ASME Boiler and Pressure Vessel Cods, Section V, Nondestructive Examination, Article 2.
- 2.2 ASME Boiler and Pressure Vessel Cods, Section VIII, Division 1, Par. UW
- 2.3 Std. API-650: Welded steel tanks for oil storage.

**3.- CONDICIONES GENERALES:**

- 3.1 La inspección radiográfica de soldaduras se hará conforme a estas especificaciones, de los planos pertinentes y el estándar API-650.
- 3.2 La inspección radiográfica se hará por puntos, en la cantidad y ubicación indicadas en el plano correspondiente, siguiendo la secuencia de las soldaduras.
- 3.3 Las radiográficas deberán mostrar claramente una longitud mínima de 75 mm de soldadura en cada punto inspeccionado.
- 3.4 Para efectuar las tomas radiográficas, se utilizará el andamiaje instalado por el contratista de la obra.
- 3.5 Los trabajo de inspección radiográfica no deberán interferir con la normal ejecución de la obra, salvo que se detecten fallas en las soldaduras, en cuyo caso, deberán repararse inmediatamente.
- 3.6 En aquellos casos en que la inspección radiográfica se realice en las horas de trabajo del montaje, se deberá prevenir al personal, para que se resguarde de las radiaciones.

No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-6.0	OBRAS METAL-MECANICAS – INSPECCION RADIOGRAFICA O GAMMAGRAFICA DE TANQUES SOLDADOS EN BASE AL API 650	2 de 5

#### 4.- REQUISITOS:

##### 4.1 Preparación:

Antes de iniciar la inspección, para asegurar la obtención de radiografías de buena calidad, deberá verificarse que las superficies de los cordones de soldadura cumplan los siguientes requisitos:

- a) Las irregularidades y asperezas de los cordones de soldadura tanto interiores como exteriores, deberán ser eliminadas con esmeril, a fin de que el contraste resultante en la radiografías como consecuencia de las irregularidades y asperezas, no enmascaren, disimulen o confundan algún defecto objetable de la soldadura.
- b) La superficie de los cordones de soldadura, deberá incorporarse suavemente a la superficie de las planchas.
- c) El resalte de los cordones de soldadura por sobre la superficie de las planchas, no deberá exceder los siguientes valores:

Espesor de plancha: mm	Hasta 12,7	De 12,7 a 25,4	Más de 25,4
Máximo resalte: mm	1,6	2,4	3,2

##### 4.2 Penetrámetros:

La técnica radiográfica a emplear en estas inspecciones deberá tener el suficiente grado de sensibilidad como para distinguir en la placa la configuración del penetrámetro, de acuerdo con el párrafo (e) de este artículo, ya que su imagen permitirá evaluar la calidad de la inspección. Es recomendable proteger al penetrámetro mediante una capa de plástico.

- a) Dimensiones: Las dimensiones aquí indicadas se refieren a las reales del penetrámetro y no a las de su imagen radiográfica, que resultará ligeramente aumentada (Figura 1).

Las tolerancias en las dimensiones de los penetrámetros, son las siguientes:

- 1) Longitud y ancho:  $\pm 0,4 \text{ mm (1/64")}$
- 2) Espesor:  $\pm 10\%$
- 3) Ubicación de los agujeros:  $\pm 0,4 \text{ mm (1/64")}$



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-6.0	OBRAS METAL-MECANICAS – INSPECCION RADIOGRAFICA O GAMMAGRAFICA DE TANQUES SOLDADOS EN BASE AL API 650	3 de 5

**TABLA No. 1**

Espesor de Soldadura "s" mm (pulg)	t ( mm) (pulg)	Designación del Penetrámetro
6,4 (1/4)	0,127 (0,0050)	# 5
6,4 (1/4) < 9,5 (3/8)	0,190 (0,0075)	# 7
9,5 (3/8) < 12,7 (1/2)	0,254 (0,0100)	# 10
12,7 (1/2) < 15,8 (5/8)	0,317 (0,0125)	# 12
15,8 (5/8) < 19 (3/4)	0,381 (0,0150)	# 15
19 (3/4) < 22,2 (7/8)	0,444 (0,0175)	# 17
22,2 (7/8) < 25,4 ( 1 )	0,508 (0,0200)	# 20

b) Material: En general, el penetrámetro debe ser de un material radiográficamente similar al de la soldadura. En este caso, se utilizará cualquier tipo de acero, preferiblemente inoxidable. Las lanas del metal que sea necesario colocar deberán ser del mismo material que el penetrámetro.

c) Ubicación: El penetrámetro se colocará en el lado más próximo a la fuente de radiación, en un plano normal al haz de radiaciones y adyacente al cordón de soldadura. Si el cordón de soldadura estuviera resaltado, se colocarán lanas debajo del penetrámetro hasta igualar el espesor e la plancha mas el cordón del penetrámetro.

d) Cantidad: Se colocará un penetrámetro para cada exposición. La imagen radiográfica del penetrámetro representará un área de densidad esencialmente uniforme comparándola con las fajas de comparación de densidad o densitómetro.

Si la densidad de la placa varía a menos de 15 o más de 30% de la densidad en el penetrámetro, se requerirá un penetrámetro adicional para las áreas excepcionales. Si se requiere 2 penetrámetros, uno de ellos se colocará en la zona más clara de la placa y el otro en la mas oscura, considerándose aceptable la densidad del área comprendida entre ambos. En estos casos, no será necesario que los penetrámetros se coloquen perpendicularmente al haz de radiaciones.

e) Imagen: Las imágenes del contorno del penetrámetro y del agujero mas pequeño, son indicadores de la calidad radiográfica, debiendo aparecer claramente delineados. La diferencia de densidad entre la imagen del penetrámetro y las de los agujeros, deberá ser la misma que entre el borde del penetrámetro y el área adyacente de la placa.

No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-6.0	OBRAS METAL-MECANICAS – INSPECCION RADIOGRAFICA O GAMMAGRAFICA DE TANQUES SOLDADOS EN BASE AL API 650	4 de 5

#### 4.3 Placas radiográficas:

Todas las radiografías deberán estar libres de defectos por causas mecánicas, químicas, etc. Que puedan dificultar la correcta interpretación de la placa.

Se deberán colocar marcas de identificación de la placa por tomarse en un lugar adyacente al cordón de soldadura y su ubicación se marcará precisamente en el tanque, de tal forma que cualquier defecto que pudiera revelar la placa, sea fácilmente ubicado en el tanque.

En cada placa aparecerán marcados, el título del contrato, nombre del contratista y del cliente, la identificación del estanque, identificación del cordón de soldadura y la fecha del radiografiado.

El contratista suministrará la siguiente información:

- Número e identificación de la placa.
- Ubicación de la placa en las juntas del estanque.
- Orientación de la placa.
- Características de la fuente de radiación, ubicación y distancia de la placa.
- Tipo de pantalla, si es que se utiliza.
- Tensión (kV) y tamaño del punto focal (para rayos X).
- Tamaño del isótopo, intensidad en Curies y dimensiones (para la fuente de radioisótopos).
- Espesor de las lánas, si es que hubiera.

El Contratista entregará un juego completo de radiografías, acompañado del diagnóstico de la inspección.

Los documentos se entregarán a medida que se va ejecutando la Obra.

La calidad de las placas será tal que permita conservarlas en buen estado por lo menos 5 años.

#### 4.4 Defectos de Soldadura:

Se considerarán objetables los siguientes defectos de soldadura:

- Cualquier tipo de grieta, fusión incompleta o penetración incompleta.



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-6.0	<b>OBRAS METAL-MECANICAS – INSPECCION RADIOGRAFICA O GAMMAGRAFICA DE TANQUES SOLDADOS EN BASE AL API 650</b>	<b>5 de 5</b>

- b) Cualquier inclusión individual de escoria, de forma alargada y con una longitud mayor que  $2s/3$ , siendo  $s$  el espesor de la plancha mas delgada de la junta.
- c) Presidiendo del espesor, será objetable cualquier inclusión de longitud mayor que 19 mm (3/4"); y no lo será ninguna de longitud menor que 6,4 mm (1/4").
- d) Cualquier grupo de inclusiones de escoria, alineadas, que tenga una longitud acumulada mayor que  $s$  en una longitud total de  $6s$ , a menos que la distancia entre imperfecciones sucesivas exceda de  $3L$ , siendo  $L$  la longitud de la mayor imperfección del grupo.
- e) Cualquier porosidad o zona oscura circular u oval que exceda de:
  - 1) Un área total de  $0,06s$  en soldaduras de 152,4 mm (6") de longitud.. Para longitudes menores de 152,4 mm(6") el área se reducirá proporcionalmente.
  - 2) Una dimensión máxima  $0.2s$  o 3 mm (1/8") ( la menor ):  $0.3s$  o 6,4 mm (1/4"), si se trata de poros aislados, distantes 25.4 mm (1") o más del poro más próximo

#### 4.5 Evaluación de las inspecciones y reinspección:

Si se descubre en la soldadura un defecto que es ya objetable, de acuerdo con el artículo 4.4, , o no están definidos los limites de tal defecto, se deberán tomar 2 nuevas radiografías en puntos adyacentes situados a uno y otro lado del anterior. Sin embargo, si es en la primera toma se tiene 76,2 mm (3") de soldadura aceptable a un lado de la placa, no será necesario tomar la placa complementaria en dicho lado de la soldadura.

Si las 2 placas descubren defectos objetables, se continuarán tomando placas de nuevos puntos hasta determinar la extensión de estos de defectos o hasta que se proceda a reparar toda la soldadura efectuada por el soldador en esta junta. En este último caso, la Supervisión requerirá un nuevo punto en la longitud soldada por este operario. La evaluación de esta toma adicional seguirá el mismo procedimiento.

#### 4.6 Reparaciones:

Después de remover el defecto se deberá verificar, por un método aprobado, que haya sido eliminado completamente.

Después de efectuarse la soldadura de reparación, se tratará la superficie en la forma especificada en 4.1 y se volverá a someter a inspección radiográfica. En este caso, la inspección se realizará por cualquier otro método aprobado.



**ROBERTO EMILIO REFFRAY LIZARRAGA**

**INGENIERO CIVIL**

Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú

No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-7.0	OBRAS METAL-MECANICAS – LIMPIEZA MECANICA PREVIA AL PINTADO	1 de 2

**1.- OBJETO:**

Esta Especificación establece los requisitos para la ejecución de limpieza mecánica previa al pintado de la superficie de acero.

**2.- CAMPO DE APLICACIÓN:**

Esta especificación se aplica a toda clase de estructuras de acero, estanques, tuberías y equipos en general, en los casos en que no pueda practicarse un arenado a metal blanco.

**3.- REFERENCIA:**

3.1 Especificación: Pintado de superficie de acero.

**4.- DEFINICIONES:**

4.1 Limpieza mecánica: Es un método de preparación de superficies de acero, mediante el uso de herramientas accionadas por aire comprimido o electricidad.

Esta limpieza permite remover escamas de laminación, óxido estratificado, pintura vieja, excesos de soldadura y otras materias extrañas siempre que no se encuentren firmemente adheridos, vale decir: "Que puedan ser levantadas con una espátula sin filo".

**5.- REQUISITOS:****5.1 Materiales:**

a) Solvente: Se usará aguarrás mineral.

**5.2 Equipos de ejecución:**

- a) Equipos de limpieza mecánica: Serán del tipo giratorio o de impacto, con motor neumático ó eléctrico.
- b) Herramientas: Serán del tipo de martillo o escobilla de acero.
- c) Otros: Se usarán, además, cepillos, brochas y trapos.

**5.3 Equipos de seguridad:**

El operador del líquido de limpieza deberá usar anteojos de protección y mascarilla con filtro para respirar.



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-7.0	OBRAS METAL-MECANICAS – LIMPIEZA MECANICA PREVIA AL PINTADO	2 de 2

#### 5.4 Preparación:

Antes de proceder con la limpieza mecánica, se deberán eliminar todos los depósitos visibles de aceite, grasa, etc., frotando la superficie con brocha, escobilla o trapo limpio, humedecido en solvente, hasta eliminar los contaminantes.

#### 5.5 Ejecución:

Se procederá a la ejecución de la limpieza mecánica procurando no escoplear el material, a fin de evitar la formación de rebabas, aristas afiladas y/o estrías o cortes agudos.

#### 5.6 Acabado:

Se repetirá el procedimiento indicado para la "Preparación" (5.5), con la finalidad de retirar todo el polvo y residuos dejados por la limpieza mecánica.

#### 5.7 Supervisión de obra:

La Supervisión calificará la calidad de la preparación de la superficie. Sin su aprobación, el constructor no podrá empezar a aplicar la pintura.

**ROBERTO EMILIO REFFRAY LIZARRAGA**  
**INGENIERO CIVIL**  
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 18260

No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-8.0	OBRAS METAL-MECANICAS – PINTADO DE TANQUES	1 de 2

**1.- OBJETO:**

Esta especificación establece los requisitos de material y de ejecución, para el pintado de los estanques.

**2.- CAMPO DE APLICACIÓN:**

Esta Especificación se aplica a toda clase de pintado de los estanques de acero, sus estructuras metálicas y tuberías conexas a los estanques. Pintura interior y exterior.

**3.- ESPECIFICACION DE LA PINTURA:**

Será aprobada por la Supervisión de Obra , pudiéndose aplicar la especificación siguiente u otra que sea sustentada

**PINTURA EXTERIOR**

Esta protección se aplicará en un tratamiento Tricapa, según Especificaciones de PETROPERU.

1. Ejecución: Los equipos para la aplicación de estos sistemas de pinturas se podrá usar, pistola convencional o pistola por rociado sin aire. No se permitirá el uso de brocha. La pintura se dejará secar entre capas el tiempo recomendado por el fabricante.



No.	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIÓN	Página
M-8.0	OBRAS METAL-MECANICAS – PINTADO DE TANQUES	2 de 2

**PINTURA INTERIOR**

Sera hecha de acurdo a las Especificaciones de PETROPERU, según sea el caso.

  
**ROBERTO EMILIO REFRAYER LIZARRAGA**  
**INGENIERO CIVIL**  
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 18260