

# **NORMA TÉCNICA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO**

**NCO-SE-AA-035**

**SOLDADURAS**



<b>Código</b>	<b>NCO-SE-AA-035</b>
<b>Estado</b>	<b>VIGENTE</b>
<b>Versión</b>	<b>1.0 – 07/03/2013</b>
<b>Fuente</b>	<b>GUENAA – EMCALI EICE ESP - CONSTRUCCIÓN</b>
<b>Tipo de Documento</b>	<b>NORMA TÉCNICA DE SERVICIO</b>
<b>Tema</b>	<b>ACUEDUCTO - ALCANTARILLADO</b>
<b>Comité</b>	<b>TÉCNICO DE APROBACIÓN DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</b>

<b>Título</b>	<b>SOLDADURAS</b>
---------------	-------------------

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
1. PROLOGO	4
2. OBJETO	5
3. ALCANCE	5
4. DEFINICIONES	5
5. REFERENCIAS NORMATIVAS	11
6. REQUISITOS	11
6.1 GENERALIDADES	11
6.2 PROCESO OPERACIONAL	11
6.2.1 Diámetros y espesores de pared	12
6.2.2 Inspección visual	13
6.2.3 Radiografía. Únicamente para soldaduras a tope	13
6.3 TAREAS A REALIZAR	13
6.3.1 Corte	13
6.3.2 Biselado	13
6.3.3 Punteado	13
6.3.4 Pase De Penetración	14
6.3.5 Pase de relleno	15
6.3.6 Pase de presentación	16
6.4 CRITERIOS DE EJECUCIÓN	17
6.5 INSPECCIÓN DURANTE EL PROCESO	18
6.6 HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	19
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

## **1. PROLOGO**

La Unidad Estratégica de los Negocios de Acueducto y Alcantarillado - UENAA ha establecido el Área Funcional Sistema de Normas y Especificaciones Técnicas para gestionar el desarrollo y la actualización de las normas y especificaciones técnicas a ser utilizadas por el personal de EMCALI EICE ESP, contratistas, consultores, usuarios y otras partes interesadas. La misión principal del área, consiste en la normalización de los procesos, productos y servicios, para estar acorde con el estado del arte tecnológico y las exigencias gubernamentales, en beneficio de los diferentes sectores que participan en el desarrollo de la infraestructura del entorno y de la comunidad en general.

La versión final de esta Norma Técnica fue revisada y aprobada a través de los Comités Técnico y de Aprobación y ordenada su Publicación y Cumplimiento mediante la resolución de Gerencia General de EMCALI EICE ESP No. GG-001255 del 12 de Julio de 2011.

## **2. OBJETO**

Supervisar, orientar, realizar, estandarizar, normalizar o ejecutar correctamente soldaduras en tuberías de acero al carbono, acero inoxidable, hierro dúctil, en diámetros de 3" y superiores, en espesores desde 1/16 pulg hasta 5/8 pulg, con procesos diferentes, aplicando la soldadura con progresión vertical ascendente, pase de raíz, con diferentes tipos de soldadores y diferentes tipos de electrodos, en el taller o en el campo de trabajo, de acuerdo al código ASME sección VIII división 1.

## **3. ALCANCE**

Identificación del metal de base y de aporte, transporte, preparación, posicionamiento, corte térmico o mecánico, biselado, punteado, realización del pase de raíz, relleno y presentación, control metódico de la calidad, prueba destructiva, semidestructiva o no destructiva de la misma de acuerdo al código ASME sección VIII o instructivo específico de EMCALI EICE ESP de acuerdo con las características de las labores a realizar.

## **4. DEFINICIONES**

### **4.1. ALIVIO DE ESFUERZOS**

Tratamiento térmico que se realiza a las juntas soldadas y a los metales con el objeto de eliminar tensiones producidas durante los trabajos relacionados con la soldadura, este alivio es acompañado con la prueba de dureza.

### **4.2. ALTURA DEL REFUERZO**

Sección del pase de presentación y del pase de raíz que sobresale del material base (Refuerzo de la cara del cordón y refuerzo de la raíz de la junta soldada).

### **4.3. ASME**

Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (American Society of Mechanical Engineers).

### **4.4. ATP**

Apoyo técnico a la producción.

### **4.5. ATS**

Análisis de trabajo seguro.

### **4.6. BIOMBO, CORTINA O MAMPARA**

Son usados como elementos aislantes o protección para las personas, equipos y zona de soldadura, pueden ser de lona o materiales resistentes al fuego, especialmente usados en la soldadura a campo abierto con fuertes corrientes de aire o condiciones climáticas adversas.

### **4.7. CALIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**

Es un método que ha sido ensayado y probado detalladamente con el cual se producen soldaduras sanas y con apropiadas propiedades mecánicas.

#### 4.8. CERTIFICACIÓN DE OPERARIOS

Los operarios deberán presentar la certificación bajo la norma ASME sección IX. Los procedimientos técnicos serán avalados por el evaluador con certificación WPS, antes de iniciar los trabajos se deben cumplir con certificado PQR para el soldador y el proceso WPQ.

#### 4.9. COMPAÑÍA

Se refiere a la empresa propietaria o a la agencia de ingeniería a cargo de la construcción. La compañía puede actuar a través de un inspector u otro representante autorizado.

#### 4.10. CONCAVIDAD INTERNA

Es un cordón que está apropiadamente fundido y penetra completamente el espesor de la pared del tubo a lo largo de ambos lados del bisel, pero cuyo centro está un poco abajo de la superficie interna de la pared del tubo. La magnitud de la concavidad es la distancia perpendicular entre la extensión axial de la superficie de la pared del tubo al punto más bajo de la superficie del cordón de soldadura.

#### 4.11. CONTRATISTA

Incluye al contratista principal y cualquier subcontratista comprometido en los trabajos amparados por la norma ICONTEC “NTC 4991 Soldadura de líneas de tubería y de instalaciones relacionadas”.

#### 4.12. CONTROL DE CALIDAD

Son todas las tareas y operaciones encaminadas a la obtención de una soldadura sana, libre de defectos, hay control antes, durante y posterior al proceso de soldadura.

#### 4.13. CORDÓN

Hilera continua de puntos de soldadura depositada apagando o no el arco.

#### 4.14. CORDÓN DE FONDEO (DE RAÍZ)

Es el primer cordón recto que inicialmente une dos secciones del tubo, una sección de tubo a un accesorio o dos accesorios.

#### 4.15. “DEBE” (SHALL)

Término que indica un requisito obligatorio. El término “debería” (*Should*) indica una práctica recomendada.

#### 4.16. DEFECTO

Una imperfección de magnitud suficiente que asegura el rechazo basado en las estipulaciones de acuerdo a la norma ICONTEC “NTC 4991 Soldadura de líneas de tubería y de instalaciones relacionadas”.

**4.17. ENSAYO DE DUREZA**

Prueba no destructiva, que se realiza con el objeto de medir la resistencia de un metal a ser penetrado o rayado por otro material, en la soldadura de los aceros aleados al cromo o molibdeno es muy común esta prueba con el fin de controlar la uniformidad de grano en la zona afectada por el calor (ZAC).

**4.18. ESTAMPA**

Código en números o letras que identifica a cada soldador de una compañía.

**4.19. ESTAMPAR**

Identificar la junta soldada con el número o letra asignado al soldador o soldadores que aplicaron la soldadura con el fin de controlar y asignar la responsabilidad en la ejecución de las soldaduras que presenten no conformidad.

**4.20. FUENTE DE PODER**

Equipo para soldar al arco de corriente continua o alterna, diseñada para realizar soldaduras con los procesos: SMAW, GTAW, GMAW, FCAW.

**4.21. GALGA**

Instrumento de medición que sirve para dimensionar la geometría de la junta a soldar y soldada, como ángulo de bisel, intersticio, hombro, ancho y alto de penetración o presentación, cedula del tubo.

**4.22. IMPERFECCIÓN**

Una discontinuidad o irregularidad que es detectable por los métodos descritos en la norma ICONTEC “NTC 4991 Soldadura de líneas de tubería y de instalaciones relacionadas”.

**4.23. INDICACIÓN**

Evidencia obtenida por un ensayo no destructivo.

**4.24. I.U.**

Socavaciones.

**4.25. NIVEL DOS EN SOLDADURA**

Corresponde a las normas elaboradas para los soldadores: 1<sup>a</sup>, 1, 2, 3, de platinas, tanques, tubería, líneas de producción en serie o de mantenimiento.

**4.26. NIVEL TRES EN SOLDADURA**

Corresponde a las normas elaboradas para los: inspectores, interventores, supervisores, gerentes, diseñadores y demás personal directivo.

**4.27. N.F**

Falta de fusión.

**4.28. NIVEL UNO EN SOLDADURA**

Corresponde a las normas elaboradas para los ayudantes o los auxiliares y personal de apoyo en el área de la soldadura

**4.29. L.P**

Falta de penetración.

**4.30. P**

Porosidad.

**4.31. PASE**

Capa completa de soldadura formada por uno o varios cordones por ejemplo: pase de raíz, pase caliente, pase de relleno, y pase de presentación o adorno, otros lo denominan de cierre o peinado.

**4.32. P.D.**

Defecto de tubería

**4.33. POSICIÓN 1G**

Unión de dos tubos a tope, en la cual el eje del tubo esta en posición horizontal, el tubo gira durante la aplicación de la soldadura y esta se aplica en posición plana, de derecha a izquierda o viceversa.

**4.34. POSICIÓN 2G**

Unión de dos tubos a tope, en la cual el eje del tubo esta en posición Vertical, el tubo permanece fijo durante la aplicación de la soldadura y el eje del cordón esta en posición horizontal.

**4.35. POSICIÓN 5G (U)**

Unión de dos tubos a tope, en la cual el eje del tubo esta en posición horizontal, el tubo permanece fijo durante la aplicación de la soldadura y esta se aplica con progresión vertical ascendente.

**4.36. POSICIÓN 6G (U)**

Posición de prueba a tope, en la cual el eje del tubo esta a 45° con relación al plano horizontal, el tubo permanece fijo durante la aplicación de la soldadura y esta se aplica en progresión vertical ascendente.

**4.37. P.Q.R-RPC: PROCEDURE QUALIFICATION RECORDS**

Registros de calificación del procedimiento de soldadura.

**4.38. PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**

Es el proceso operacional detallado a seguir en la ejecución de una soldadura especificando los metales de base, de aporte, equipos y personal capacitado con el fin de obtener una soldadura de excelente calidad.

**4.39. PROCESO DE SOLDADURA**

Es una entre varias técnicas y formas de realizar metódicamente y paso a paso la unión de dos o mas metales, existen muchos procesos de soldadura, los procesos básico de soldadura son: SMAW, GMAW, GTAW, OFW, SAW, PAW, FCAW.

**4.40. RADIÓLOGO**

Es una persona que desempeña operaciones radiográficas.

**4.41. RAMAL SOLDADO**

Derivación o accesorio soldado en forma completa de una tubería principal.

**4.42. REPARACIÓN**

Cualquier reproceso sobre una soldadura terminada que requiere de soldadura para corregir una imperfección inicial, la cual ha sido descubierta por inspección visual o ensayo no destructivo y está más allá de los límites de aceptabilidad de la norma ICONTEC “NTC 4991 Soldadura de líneas de tubería y de instalaciones relacionadas”.

**4.43. R.T**

Ensayo por radiografía industrial.

**4.44. SMAW**

Proceso de soldadura manual por arco eléctrico con electrodo revestido, o soldadura eléctrica.

**4.45. SOCAVADURA**

Discontinuidad en forma de muesca que se presenta en la raíz de la junta soldada, en los empalmes en frío, entre cordones y en el pie de la soldadura no es aceptada por el código.

**4.46. SOLDADOR**

Persona que realiza una soldadura.

**4.47. SOLDADOR CALIFICADO**

Es un soldador que ha demostrado su habilidad para producir soldaduras que cumplan los requisitos del Capítulo 5 ó 6 de la norma ICONTEC “NTC 4991 Soldadura de líneas de tubería y de instalaciones relacionadas”.

**4.48. SOLDADURA**

Se refiere a la soldadura completa en la unión de dos secciones de tubo, de una sección de tubo con un accesorio o de dos accesorios.

**4.49. SOLDADURA AUTOMÁTICA**

Se refiere a la soldadura de arco eléctrico con equipo, el cual ejecutará completamente la operación de soldadura sin manipulación manual del arco eléctrico o electrodo, tan solo guiado o conducido y sin requerirse una habilidad de parte del operador.

**4.50. SOLDADURA EN POSICIÓN FIJA**

Es la soldadura en la cual el tubo o el montaje se mantienen estacionario.

**4.51. SOLDADURA GIRADA**

Es la soldadura en la cual el tubo o el montaje es girado mientras el metal de aporte es depositado en o cerca a la parte central superior.

**4.52. SOLDADURA SEMIAUTOMÁTICA**

Soldadura de arco eléctrico con equipo y que controla solamente la alimentación del metal de aporte. El avance de la soldadura se controla manualmente.

**4.53. SOLDEO MECANIZADO**

Un proceso donde los parámetros y guía de la antorcha son controlados mecánica o electrónicamente y pueden ser manualmente variados durante la soldadura para mantener las condiciones de soldadura especificada.

**4.54. TRANSICIÓN**

Mecanizado o reconstrucción con soldadura que se realiza al material base con el fin de dejar a la misma altura la zona de soldadura de la junta, de acuerdo al código ASME sección VIII.

**4.55. TRATAMIENTO TERMICO**

Obtención de las propiedades y las condiciones deseadas de un metal con la ayuda del calor controlándolo adecuadamente.

**4.56. VARIABLE FUNDAMENTAL O ESCENCIAL**

Hace referencia a los aspectos que no se deben cambiar durante la ejecución de la junta, pues al variarlos se afecta el resultado definido en el procedimiento calificado; ejemplo cambiar el tipo de electrodo.

**4.57. VARIABLE NO ESCENCIA**

Son los aspectos que se pueden variar durante la soldadura y que no afectan el resultado final definido en el procedimiento calificado; ejemplo el ángulo de inclinación del electrodo.

**4.58. W.P.Q: WELDING PERFORMACE QUALIFICATIONS**

Calificación de la habilidad del soldador.

**4.59. W.P.S-EPS (WELDING PROCEDURE SPECIFICATIONS**

Especificaciones del procedimiento de soldadura.

## **5. REFERENCIAS NORMATIVAS**

### **AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE**

- Standard for Welding Pipelines and Related Facilities. United States: API (API 1104)

### **AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS**

- Standard Specification for Carbon Structural Steel. Philadelphia: ASTM (ASTM A36)

### **AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION**

- Steel Water Pipe—6 In. (150 mm) and Larger. Denver: AWWA. (AWWA C200)

### **AMERICAN WELDING SOCIETY**

- Standard for AWS Certification of Welding Inspectors. Florida: AWS (AWS QC1:2007).

### **INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN**

- Soldadura de líneas de tubería y de instalaciones relacionadas. Bogotá: ICONTEC (NTC 4991).
- Soldadura. Electrodo y varillas de acero al carbono para soldadura por arco eléctrico y gas protector. Bogotá: ICONTEC (NTC 2632).

## **6. REQUISITOS**

### **6.1 GENERALIDADES**

Es una norma para la realización de soldaduras de aceros al carbono con el proceso SMAW, técnica vertical ascendente de acuerdo al código ASME sección IX.

### **6.2 PROCESO OPERACIONAL**

Todas las personas que ingresen al campo de trabajo con el fin de realizar tareas relacionadas con la soldadura de tuberías, deben tener competencias acreditadas para la ejecución de su labor y conocer y cumplir estrictamente las normas de seguridad industrial, de salud ocupacional y velar por que los pasos descritos a continuación sean cumplidos estrictamente, con el animo de mantener el índice de accidentalidad en los niveles mínimos aceptables con un máximo de productividad de todos los participantes, para esto se debe asignar a cada persona o equipo de trabajo las tareas más apropiadas en función de sus capacidades, en cada una de las fases de ejecución de los procesos operativos a desarrollar:

1. Comenzar realizando el análisis de trabajo seguro (ATS) y solicitar el respectivo permiso para ejecutar trabajos en frío o en caliente.
2. En el área de trabajo omitir el uso de elementos como: relojes, cadenas, anillos, pulseras, manillas, pirsin.
3. El personal de apoyo como ayudantes de soldadura, esmeriladores, tuberos, carpinteros metálicos o paileros deben usar elementos de seguridad: casco, botas de seguridad con puntera de acero, guantes, gafas de seguridad, tapones auditivos, caretas o viseras para esmerilar y ropa adecuada resistente al fuego.

4. Los soldadores además de los elementos anteriormente descritos deben usar: careta para soldar con el filtro apropiado API Standard 1104, respirador contra polvo, gases y humos), mangas de cuero, delantal de cuero, capuchón cubre cabeza.
5. El supervisor de soldadura debe verificar con evidencia de registros que el soldador tenga su calificación vigente.
6. Alistar y posicionar correctamente las mamparas y biombos durante todo el proceso de preparación, corte térmico o mecánico, biselado, punteado, y realización de la soldadura con el objeto de dar protección a las personas, equipos, materiales y medio ambiente que están en el área de influencia del arco eléctrico, y para proteger el charco de fusión de las corrientes de aire y agentes nocivos que afectan la calidad de la soldadura y la junta soldada.
7. El personal vigía de seguridad y de contra incendio deben estar presentes con el equipo necesario, cuando se suelde en áreas con riesgo de incendio o explosión, cumpliendo las recomendaciones registradas en el (ATS).
8. Es responsabilidad de todo el personal mantener el sitio de trabajo en condiciones adecuadas de: higiene, orden, aseo, ventilación y seguridad, controlar permanentemente los factores de riesgos físicos, químicos, eléctricos, mecánicos, ambientales y ergonómicos, atendiendo la norma API 1104.

#### **6.2.1 Diámetros y espesores de pared**

1. Se deben identificar los rangos de diámetros exteriores y espesores de pared para los cuales es aplicable el procedimiento.
  - a. Diámetro exterior de tubería desde 60,3 mm (2 3/8 de pulgada) hasta 323,9 mm (12 3/4 de pulgada).
  - b. Diámetro exterior de tubería mayor a 323,9 mm (12 3/4 de pulgada).
2. Un cambio de un grupo de espesor de pared a otro. Estos grupos son definidos como sigue:
  - a. Espesor nominal de la pared del tubo menor a 4,8 mm (3/16 de pulgada)
  - b. Espesor nominal de la pared del tubo desde 4,8 mm (3/16 de pulgada) hasta 19,1 mm (3/4 de pulgada)
  - c. Espesor nominal de la pared del tubo mayor a 19,1 mm (3/4 de pulgada).
3. Un cambio en la posición para la cual el soldador ya ha calificado (por ejemplo, un cambio de posición girada a fija, o un cambio de vertical a horizontal o viceversa). Un soldador que pasa satisfactoriamente un ensayo de calificación de soldadura a tope en la posición fija, con el eje inclinado 45° desde el plano horizontal, debe ser calificado para efectuar soldaduras a tope y soldaduras de filete en traslape en todas las posiciones.
4. Un cambio en el diseño de la junta (por ejemplo, la eliminación de una platina de respaldo o un cambio de chaflán en V a chaflán en U).
5. La soldadura debe presentar penetración completa alrededor de toda la circunferencia. Los cordones completos de raíz no deben contener ningún quemón que exceda 6 mm (1/4").
6. La suma de las máximas dimensiones de los quemones separados sin reparar en cualquier longitud continua de 300 mm (12 pulgadas) de soldadura no debe exceder 13 mm (1/2 de pulgada).

### 6.2.2 Inspección visual

1. Para que un ensayo de calificación de soldadura cumpla los requisitos para la inspección visual, la soldadura debe estar libre de grietas, penetración inadecuada y quemones, y debe presentar apariencia de limpieza y destreza en su ejecución. El socavado adyacente al cordón final en el exterior del tubo no debe exceder 0,8 mm (1/32 de pulgada) de profundidad o el 12,5% del espesor de pared del tubo, la que sea más pequeña de las dos, y no debe haber más de 50 mm (2 pulgadas) de longitud de socavado en cualquier soldadura continua de 300 mm (12 pulgadas) de longitud. Cuando se use soldadura semiautomática o mecanizada, la proyección del alambre de aporte en el interior del tubo debe ser mantenida al mínimo. La falla en el cumplimiento de los requisitos de esta subsección debe ser causa suficiente para la eliminación de un ensayo adicional.

### 6.2.3 Radiografía. Únicamente para soldaduras a tope

Como opción para la compañía, la soldadura a tope por calificarse puede ser inspeccionada por radiografía en lugar de los ensayos establecidos en el numeral.

## 6.3 TAREAS A REALIZAR

### 6.3.1 Corte

Es responsabilidad del soldador, el tubero o el pailero identificar, seleccionar, limpiar, medir, trazar, realizar el corte térmico o mecánico, con la ayuda de la biseladora o en forma manual de los materiales base como tuberías de aceros al carbono, siguiendo las recomendaciones del procedimiento calificado.

### 6.3.2 Biselado

- El bisel, el hombro de los tubos a soldar son preparados por el tubero o el pailero con la ayuda del esmeril angular con disco de ¼", con la lima mediacaña, verificando la limpieza interna, externa, la geometría de los bordes con la ayuda del calibrador o la galga de acuerdo al procedimiento calificado.
- El biselado de tuberías con el mismo diámetro pero con diferente espesor se debe preparar realizando la transición adecuada o la reconstrucción con soldadura de acuerdo al código: ASME sección VIII, división I.
- El ángulo del bisel esta permitido entre 30° y 45°.
- El ángulo del chaflán esta permitido entre 60° y 90°, para nuestro caso debe ser de 75°.
- El hombro o talón debe ser igual al intersticio o separación entre los miembros y depende del diámetro del electrodo a usar en el pase de raíz, en nuestro caso debe estar entre 3/32" y 1/8" y el electrodo a usar debe ser de 1/8".

### 6.3.3 Punteado

La actividad de puntear consiste en fijar conjuntos mediante puntos de soldadura resistentes y situados de forma que impidan la deformación de los mismos en su posterior soldeo.

- Es responsabilidad del soldador alistar, poner en marcha y ajustar los parámetros del equipo para soldar al arco, para la realización de un correcto punteado, atendiendo la norma API Standard 1104.
- El proceso de punteado lo debe realizar un equipo de trabajo conformado por: el tubero o pailero, el soldador y el auxiliar de soldadura con la respectiva supervisión.

- En la operación de punteado se debe verificar la alineación de los ejes de los tubos, la uniformidad del intersticio, la separación entre los miembros a soldar de acuerdo al diámetro del electrodo a usar.
- El punteado se puede realizar:
  - Con la ayuda de espaciadores soldados sobre la cara del bisel
  - Con la ayuda de grapa externa o interna
  - Directamente sobre el hombro o talón
- En el proceso de punteado o durante la realización de la junta no se permite aplicar soldadura fuera del ángulo de chaflán.
- El equipo para soldar o la fuente de poder usado en el punteado debe ser de corriente continua con polaridad positiva (cc/dp) con amperaje de 70 a 110amp.
- El electrodo usado para el punteado debe ser E-6010 de 1/8".

#### **6.3.4 Pase De Penetración**

- Antes de la ejecución del pase de raíz aplicar las técnicas de limpieza de bordes a soldar, óxidos y grasas hasta eliminarlos, para impedir posibles defectos de soldadura.
- El pase de penetración, raíz o primer pase, se puede realizar en posición: 2g, 5g o 6g.
- La soldadura en las posiciones 5g y 6g se deben iniciar en la posición de sobrecabeza o denominada las 6 horas, y se debe terminar en la posición plana también denominada de las 12 horas.
- Es responsabilidad del soldador solicitar la adecuación correcta del sitio de trabajo, alejando los materiales combustibles del área, los obstáculos y elementos adversos como la presencia de agua, corrientes de aire o elementos contaminantes.
- El soldador debe ajustar correctamente los parámetros del equipo para soldar al arco, seleccionar los electrodos en condiciones adecuadas y aplicar el pase de penetración iniciando el pase en la posición de sobrecabeza o en la posición de las 6 horas (más o menos 15 grados).
- Los empalmes del cordón de penetración se deben realizar esmerilando la terminación del cordón con disco de pulidora de 1/8", y se debe terminar este pase en la posición plana o de las 12 horas (más o menos 15 grados).
- Durante la aplicación del cordón de raíz se debe controlar: altura, ancho y uniformidad de la penetración de raíz de acuerdo al código ASME sección VIII división I.
- El equipo para soldar o la fuente de poder usado en la realización del pase de raíz debe ser de corriente continua con polaridad positiva (cc/dp) con amperaje de 70 a 110amp.
- El electrodo usado para el pase de penetración debe ser E-6010 de 1/8".
- La oscilación del electrodo debe ser en latigazo, circular continua, v invertida o combinada.
- Una vez terminado el pase de raíz en su totalidad, se procede a la respectiva limpieza y esmerilado de la cara exterior con la ayuda de la pulidora usando disco de 1/8".

- La carrilera de escoria del pase de raíz debe ser removida en su totalidad, si hay duda se puede usar las tintas penetrantes.
- Al ejecutar la tarea de limpieza de la cara del pase de raíz con la ayuda de la pulidora no se permite tocar los bordes del bisel pues son la referencia para los pases de relleno y presentación.
- El alto y ancho del pase de raíz, debe ser aproximadamente igual en toda su extensión.
- La ranura del bisel para la aplicación del pase de relleno debe quedar completamente limpia y uniforme en toda su longitud.

### **6.3.5 Pase de relleno**

- Es responsabilidad del soldador y del equipo de trabajo que la adecuación del sitio de soldadura se mantenga en condiciones óptimas.
- Revisar detenidamente la ranura del bisel antes de proceder a realizar el pase de relleno, en caso de dudas limpiar la superficie con la ayuda de un trapo adecuado, no dejar enfriar completamente el sitio de la soldadura y de ser necesario precalentar por encima de 50 grados centígrados.
- El soldador debe ajustar correctamente los parámetros del equipo para soldar al arco, seleccionar los electrodos en condiciones adecuadas y aplicar el pase de relleno en la misma posición en la cual se aplico el pase de raíz.
- El pase de relleno en posiciones 5g y 6g se deben iniciar en la posición de sobrecabeza denominada las 6 horas (más o menos 15 grados), y se debe terminar en la posición plana también denominada de las 12 horas (más o menos 15 grados).
- Controlar que los empalmes del pase de relleno no se realicen en el mismo sitio donde se realizaron los empalmes del pase de raíz, pues la mayoría de los defectos de soldadura con el proceso SMAW, quedan ubicados en los empalmes.
- Los empalmes del cordón de relleno se deben realizar lo más rápido posible, no es permitido el uso de la pulidora con disco solo la grata para limpiar la escoria.
- Durante la aplicación del cordón de relleno se debe controlar: altura, ancho y uniformidad.
- El equipo para soldar o la fuente de poder usado en la realización del pase de relleno puede ser de corriente alterna o corriente continua con polaridad positiva (cc/dp) con amperaje de 90 a 130amp.
- El electrodo usado para el pase de relleno debe ser E-7018 de 1/8 pulg.
- La oscilación del electrodo puede ser en: media luna positiva o negativa, zigzag, circular continua, v invertida o combinada.
- Una vez terminado el pase de relleno en su totalidad, se procede a la respectiva limpieza con la grata retirando toda la escoria presente.
- En caso de la presencia de algún defecto a la vista este debe ser retirado con la ayuda del esmeril y verificar con la ayuda de las tintas penetrantes la correcta reparación y aceptación del mismo.

- Al ejecutar el pase de relleno no se permite tocar con el arco los bordes del bisel pues son la referencia para el pase de presentación, la altura del cordón de relleno puede quedar al mismo nivel exterior de los tubos a soldar.
- El alto y ancho del pase de relleno, debe ser aproximadamente igual en toda su extensión.

### 6.3.6 Pase de presentación

- Es responsabilidad del soldador y del equipo de trabajo que la adecuación del sitio de soldadura se mantenga en condiciones óptimas.
- Antes de aplicar el pase de presentación retirar toda la escoria y revisar detenidamente el contorno del pase de relleno, no deje enfriar completamente el sitio de la soldadura y de ser necesario precalentar por encima de 50 grados centígrados.
- El soldador debe ajustar correctamente los parámetros del equipo para soldar al arco, seleccionar los electrodos en condiciones adecuadas y aplicar el pase de presentación en la misma posición en la cual se aplicaron las anteriores pasadas.
- El pase de presentación en posiciones 5g y 6g se deben iniciar en la posición de sobrecabeza denominada las 6 horas (más o menos 15 grados), y se debe terminar en la posición plana también denominada de las 12 horas (más o menos 15 grados).
- Aplicar el pase de presentación fundiendo el área comprendida entre los biseles, apuntar con el eje del electrodo al borde del bisel y de esta forma controlar el ancho del pase de presentación.
- Controlar que los empalmes del pase de presentación no se realicen en el mismo sitio donde se realizaron los empalmes del pase de relleno, pues la mayoría de los defectos de soldadura con el proceso SMAW, quedan ubicados en los empalmes.
- Los empalmes del cordón de presentación se deben realizar lo mas rápido posible no es permitido el uso de la pulidora con disco, solo la grata para limpiar la escoria.
- Durante la aplicación del cordón de presentación se debe controlar: altura, ancho y uniformidad.
- El equipo para soldar o la fuente de poder usado en la realización del pase de presentación puede ser de corriente alterna o corriente continua con polaridad positiva (cc/dp) con amperaje de 90 a 130amp.
- El electrodo usado para el pase de presentación debe ser E-7018 de 1/8 pulg.
- La oscilación del electrodo puede ser en: media luna positiva o negativa, zigzag, circular continua, v invertida o combinada.
- Una vez terminado totalmente el pase de presentación controlar los cambios bruscos de temperatura y permitir que la temperatura descienda por debajo de los 50 grados centígrados para proceder a la respectiva limpieza con la grata retirando toda la escoria presente.
- A continuación realizar la inspección visual rigurosa.
- En caso de la presencia de algún defecto a la vista este debe ser retirado con la ayuda del esmeril y verificar con la ayuda de las tintas penetrantes la correcta reparación y aceptación del mismo.
- El alto del pase de presentación o refuerzo de soldadura se acepta entre 0 y 3mm.

- El ancho del pase de presentación no debe sobrepasar 1,5mm a lado y lado del borde del bisel.
- Se debe verificar que la cara del cordón de presentación sea plana o ligeramente convexa, uniforme en ancho, alto, color y apariencia y emitir concepto de aceptación o rechazo.
- Una vez terminada la junta, el soldador debe poner su estampa con el fin de asignar responsabilidades en los posibles defectos en el control de calidad posterior.
- En una línea de producción, una junta puede ser realizada por uno o varios soldadores, esto implica que cada uno de los participantes estampe e identifique de que parte de la junta es responsable cada uno.
- Se deben identificar las juntas soldadas de acuerdo con los planos de fabricación, controlando la producción.
- El control de calidad normalmente se realiza por medio de radiografía industrial la cual debe ser evaluada por el inspector de apoyo técnico de la producción.
- Si se presenta alguna no conformidad es necesario realizar la reparación de la junta soldada, de acuerdo con el instructivo aplicable y al código ASME sección XI.
- El inspector o su delegado verifica, que se realice un nuevo control radiográfico cuando la junta soldada ha sido reparada, cumpliendo las normas de seguridad para tomas de radiografía industrial, y registrando los resultados de éste.
- El control de calidad por radiografía industrial o partículas magnéticas lo realiza el profesional inspector de apoyo técnico de la producción.
- El inspector de Apoyo Técnico a la Producción acepta o rechaza la junta.

#### **6.4 CRITERIOS DE EJECUCIÓN**

1. Corresponde al tubero preparar la Junta a soldar ajustando correctamente la geometría de la misma con relación a: ángulo de bisel, separación entre elementos, hombro o talón y punteado, de acuerdo a los parámetros del procedimiento de soldadura para tuberías de aceros al carbono con el proceso SMAW.
2. El trabajo con pulidora manual lo debe realizar personal experto en este tipo de tarea, como el pailero o el tubero, no olvidar que los esmeriles y pulidoras son las maquinas y equipos que más accidentes han ocasionado en la industria.
3. Corresponde al soldador y al supervisor conocer correctamente el funcionamiento y el mantenimiento primario del equipo para soldar al arco con el proceso SMAW, por norma no es permitido que personal inexperto o sin la capacitación adecuada, manipule, opere, o trabaje con equipos que no conozca.
4. Corresponde al tubero y al supervisor conocer correctamente el funcionamiento y el mantenimiento primario de la biseladora, y del equipo para oxicorte, con el ánimo de realizar el trabajo en forma segura.
5. Corresponde al pailero, andamiero o carpintero metálico y al supervisor conocer correctamente el funcionamiento y el mantenimiento primario de las herramientas y equipos para posicionar, nivelar, subir o bajar: como estructuras, soportería, bancos, burros, grúas manuales, diferenciales, micos,

señoritas, garruchas, para izar y posicionar los elementos a soldar, por norma no es permitido que a estas áreas tenga acceso personal inexperto o sin la capacitación adecuada.

6. La responsabilidad de la calidad de la junta soldada recae en el soldador calificado, por lo tanto, asegurarse de utilizar herramientas, accesorios, consumibles y equipos en buen estado.
7. El soldador, el tubero, el pailero y los respectivos supervisores deben estar en capacidad de: identificar, armar, poner en marcha, desarmar, y ubicar todas y cada una de las partes de los equipos para corte térmico como: equipo de corte por plasma y oxicorte guardando las normas de seguridad correspondientes.
8. El supervisor de soldadura y el soldador deben verificar que los metales de base y de aporte correspondan a la denominación de los usados en la calificación del procedimiento, almacenarlos correctamente y verificar que se encuentran en buen estado, desechar el uso de segueta, cincel o lima para delimitar el pie del pase de presentación, esto produce socavadura y no conformidades en el pie del cordón.
9. En la realización de la junta el soldador y el supervisor deben cuidar de cumplir con el tiempo promedio establecido entre pases, no realizar empalmes en frío, y en ningún caso se debe suspender la realización de la misma solo con el pase de raíz, en las juntas en tubería de diámetros superiores se permite suspender el trabajo solo cuando se haya realizado los dos pases el de raíz y el de relleno completamente.
10. En la realización de la junta el soldador y el supervisor deben seguir estrictamente lo establecido en el (PQR) o en el registro de la calificación del procedimiento.
11. En la realización de la junta el supervisor debe controlar que en el pase de raíz, el hombro sea fundido totalmente, la altura de penetración debe estar mínimo a ras y máximo de 1/8" dependiendo del espesor de pared del tubo, que en la realización del pase de relleno no se perfora el pase de raíz y en la ejecución del pase de presentación no se encienda el arco fuera de la zona de la soldadura, y que la altura de presentación no se realice por encima de 1/8" dependiendo del espesor de pared de los tubos soldados.
12. Es responsabilidad del supervisor y del soldador controlar que el horno para conservar los electrodos de bajo hidrógeno se mantengan en el sitio de trabajo a una temperatura superior a 50° por encima de la temperatura ambiente, que permanezca cerrado, que solo se lleven al sitio de trabajo los electrodos que se vayan a utilizar en la jornada de trabajo, para evitar que absorban humedad, es recomendable mantener los electrodos en su empaque original, hasta que se requieran para su utilización, si hay duda de la calidad de los electrodos es mejor no usarlos si por fuerza mayor son usados la soldadura realizada debe someterse a prueba de radiografía 100%.

#### **6.5 INSPECCIÓN DURANTE EL PROCESO**

- Si se presenta algún defecto o se detectan discontinuidades no aceptadas, cuando se esta realizando la junta, se debe suspender el proceso y realizar la respectiva corrección.
- En caso de que la preparación de la junta no sea la correcta no se debe iniciar el soldeo hasta tanto no sea corregida.
- Si se presentan corrientes de aire que afecten el charco de fusión, se debe aislar el área de soldar.

- Si la presentación del cordón con la técnica de cordoneo, causa dificultades para la interpretación de la RT, se debe esmerilar la cara del cordón hasta que quede uniforme (especialmente en soldaduras en posición 2G y 6G).
- Si se presentan situaciones que no garanticen la seguridad de las personas, equipos e instalaciones se debe suspender el proceso hasta que el inspector de seguridad verifique y autorice la ejecución del trabajo.
- Si se presentan dudas relacionadas con la calidad y clase de materiales de aporte y base, se debe solicitar el concepto al funcionario asignado de apoyo técnico a la producción.
- Cuando el supervisor considere que el soldador, aun estando calificado, no se encuentra con las condiciones de entrenamiento adecuado para realizar esta tarea, se debe programar la ejecución de una junta soldada de ensayo para realizar inspección visual.
- Si se tiene dudas sobre la vigencia de la calificación de un soldador, se debe consultar la base de datos diseñada para este fin.
- Cuando se requiera realizar juntas soldadas entre material usado con usado, usado con nuevo o con materiales nuevos en los cuales no se tenga certeza de la calidad de los bordes a unir, se debe realizar prueba de líquidos penetrantes en los bordes de dicho material.
- Si se requiere preparar la junta a soldar con oxicorte, se debe cortar dejando una tolerancia de 1/8 pulg mínimo para luego esmerilar y darle las dimensiones requeridas.
- Si se requiere preparar la junta a soldar con corte con plasma, se debe cortar dejando una tolerancia de 3/32" mínimo para luego esmerilar y darle las dimensiones requeridas.
- El corte con sierra mecánica o torno no requiere tolerancia.
- Se deben garantizar condiciones secas cuando se realizan soldaduras en tuberías de acero existentes, por instalación de accesorios como válvulas de seccionamiento.

## **6.6 HERRAMIENTAS Y EQUIPOS**

- Fuente de poder de corriente alterna o corriente continúa.
- Horno Portátil para soldadura
- Pulidora eléctrica (con discos apropiados)
- Equipo de Oxicorte y de calentar (con todos sus componentes).
- Elementos de Seguridad y protección personal; gafas de seguridad, botas de seguridad, mangas y delantal de cuero para el soldador, tapones auditivos, careta para soldar con filtro adecuado, caretas para esmerilar, cubre cabeza para el soldador, casco de seguridad, ropa apropiada, guantes para soldador.
- Herramientas: martillo, cincel, cepillo, escuadra, flexo metro, nivel, grapas para alinear tubería, soportes para instalar tubería, correa para marcar tubería, tiza para marcar metales, tiza térmica, linterna, gratas de acero, marcador de pintura, soportes para tubería, espaciadores para posicionar la junta a soldar.

- Electrodos consumibles, de acuerdo al WPS
- Horno estacionario.
- Biombos y o facilidades para proteger el charco de fusión.
- Equipo de corte por plasma (opcional)
- Maquina biseladora / cortadora de tubería (opcional).
- Segueta manual o mecánica (opcional)
- Torno mecánico (opcional)

**Materiales:**

- Electrodos E-6010 de 1/8"
- Electrodos E-7018 de 1/8"
- Tubería de acero al carbono A 106 grado B
- Disco de pulidora de ¼ " y de 1/8" para aceros al carbono
- Cepillo de alambre de acero
- Grata circular entorchada de 1/8" para acero al carbono
- Tiza industrial
- Tiza térmica

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agobardo Carvajal Estupiñán, Instructor de soldadura SENA Barrancabermeja Colombia.

Normas de Acueducto y Alcantarillado de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, 2006.

Normas de Acueducto y Alcantarillado de Aguas de Cartagena S.A. ESP, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Cartagena, 2005.

Normas de Diseño de Acueducto y Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín (EPM) ,2006.

Normas de Diseño y Construcción de Acueducto y Alcantarillado de Empresas Municipales de Cali, 1999.

Norma técnica colombiana NTC 4991 Soldadura de líneas de tubería y de instalaciones relacionadas. Bogotá: ICONTEC (NTC 4991).

Sistema de Normas Técnicas de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (SISTEC), 2006.