

American Water Works Association  
ANSI/AWWA C209-90  
(Revisión de ANSI/AWWA C209-84)

**STANDARD AWWA**

**PARA**  
**REVESTIMIENTO EN CINTA APLICADA EN FRÍO**  
**PARA EL EXTERIOR DE SECCIONES ESPECIALES,**  
**CONEXIONES Y ACCESORIOS PARA TUBERÍAS**  
**DE ACERO PARA TRANSPORTE DE AGUA.**

**American National Standard**

*Fecha efectiva: 1ro de Febrero de 1991.*  
*Primera edición aprobada por AWWA Board of Directors, 20 de Junio de 1976.*  
*Esta edición fue aprobada el 17 de Junio de 1990.*  
*Aprobado por American National Standards Institute, Inc., el 6 de Noviembre de 1990.*

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION  
6666 West Quincy Avenue, Denver, Colorado 80235

## CONTENIDOS

Sección	Página
<b>Prefacio</b>	
I Historia del Estándar	VI
II Sistema Métrico	VI
III Información relacionada con uso del Estándar	VI
IV Modificación del Estándar	VII
V Revisiones Mayores	VII
 <b>Estándar</b>	
<b>1 General</b>	
1.1 Ámbito	1
1.2 Condiciones no cubiertas en este Estándar	2
1.3 Definiciones	2
1.4 Referencias	2
1.5 Declaración jurada de Conformidad	3
1.6 Equipamiento	3
1.7 Materiales y Mano de Obra	3
<b>2 Sistema de Revestimiento</b>	
2.1 Sistema de revestimiento	3
2.2 Imprimante	3
2.3 Cinta prefabricada	4
2.4 Requerimientos	4
<b>3 Aplicación del Revestimiento (En campo y en planta)</b>	
3.1 Preparación de la superficie	5
3.2 Imprimación	5
3.3 Revestimiento y envoltura	5
3.4 Reparación del revestimiento	6
<b>4 Inspección, Ensayo y Rechazo</b>	
4.1 Inspección por el comprador	6
4.2 Ensayo	6
4.3 Rechazo	7
4.4 Inspección eléctrica de continuidad	8
<b>5 Manipuleo y Almacenamiento, Procedimientos de Campo, Embalaje y Etiquetamiento</b>	
5.1 Manipuleo y Almacenamiento	8

5.2	Procedimientos de campo	9
5.3	Embalaje y Etiquetamiento	9

## Apéndice

A	Estimación del área superficial de la tubería	11
---	---	----

## Tablas

F.1	Tablas de conversión	VI
1	Propiedades físicas de la cinta y del revestimiento	4
A.1	Pies lineales (Metros [lineales]) de una tubería Recubierta por 50 ft (15 mts) Rolado de la cinta – Envoltura espiral	11
A.2	Datos de cobertura de la tubería Envoltorio tipo cigarrillo	13

## PREFACIO

*Este prefacio es solo para información y no es parte del ANSI/AWA C209.*

**I.** Historia del Estándar. La primera edición de este estándar fue aprobada el 20 de Junio de 1976. Una revisión subsiguiente fue aprobada el 10 de Junio de 1984. Esta segunda revisión establece nuevos espesores mínimos para rollos de cinta prefabricada y provee información acerca de nuevos métodos mediante máquinas de envoltura.

El propósito de este estándar es establecer las normativas requeridas de rendimiento para los revestimientos de cinta aplicados en frío.

**II.** Sistema Métrico: A lo largo de este estándar, se expresan conversiones métricas directas entre paréntesis al lado de las unidades expresadas en el sistema de medición estadounidense. Estas conversiones se encuentran redondeadas y no son las especificadas en los estándares según International Organization for Standards (ISO). La tabla F1 muestra factores de conversión útiles.

**III.** Información relacionada con el uso del Estándar:

**III.A.** *Información de consulta para la aplicación del producto:* Actualmente, los revestimientos en cinta para secciones especiales, conexiones y accesorios para tuberías subterráneas de transporte de agua, son utilizadas generalmente en tuberías que han sido recubiertas antes de su instalación en el terreno. Cuando sea permitido por el comprador, las cintas cubiertas por ANSI/AWWA C209-90 pueden usarse en conjunto con los revestimientos descritos en ANSI/AWWA C203, Estándar para revestimientos protectores de carbón-alquitrán y revestimientos en tuberías de acero para transporte de agua –esmalte y cinta – aplicados en caliente; ANSI/AWWA C210, Estándar para sistemas de revestimiento de epoxi líquido para interior y exterior de tuberías de acero para transporte de agua; ANSI/AWWA C213, Estándar para revestimientos epoxi con sistema de adhesión-fusión para el interior y exterior en tuberías de acero para el transporte de agua; ANSI/AWWA C214, Estándar para sistemas de revestimiento por cinta para el exterior en tuberías de acero para el transporte de agua, ANSI/AWWA C215, Estándar para revestimientos de poliolefinas extrudidas para el

exterior en tuberías de acero para el transporte de agua y ANSI/AWWA C216, Estándar para revestimientos de polioleafinas reticuladas termocontraíbles, para el exterior de secciones especiales, conexiones y accesorios en tuberías de acero para el transporte de agua. Estas cintas deben ser compatibles con el revestimiento AWWA a especificar.

**Tabla F.1 Factores de conversión**

Unidades en Sistema de Medición Estadounidense	Factor de Conversión	Equivalencia Métrica
grado Fahrenheit (°F)	(°F-32)/1.8	= grado Celsius (°C)
galón (gal)	x 3.785	= litro (L)
pulgada (in.)	x 25,400	= micrón (µm)
pulgada (in.)	x 25.4	= milímetro (mm)
pulgada-libra (fuerza) (lbf in.)	x 0.113	= Newton-metro (N-m)
mil	x 25.4	= micrón (µm)
onza-pulgada (fuerza) (ozf-in)	x 0.00706	= Newton-metro (N-m)
perm a 23°C (73°F)	x 5.745	= nanogramo por Pascal - segundo metro cuadrado (ng/[Pa.s.m <sup>2</sup> ])
libra (lb.)	x 0.4536	= kilogramo (Kg.)
libra/pulgada (fuerza) (lb./in.)	x 175.13	= Newton/metro (N-m)
libras por pulgada cuadrada (psi)	x 6.895	= kilo pascal (kPa)
pie cuadrado (ft <sup>2</sup> )	x 0.093	= metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
pulgada cuadrada (in. <sup>2</sup> )	x 645.2	= milímetro cuadrado (mm <sup>2</sup> )

ANSI/AWWA C209-90 define los revestimientos de cinta aplicados en frío en términos de su resultado o su capacidad, para proveer protección a largo plazo y prevención de la corrosión. Este estándar es propuesto para el uso en el revestimiento exterior en tuberías de acero para el transporte de agua en instalaciones bajo tierra o sumergidas bajo condiciones normales. Este estándar está basado en la mejor experiencia conocida, pero no es propuesto para el uso no calificado bajo toda condición y, la conveniencia de su uso para cualquier condición debe ser revisada por el comprador. *Si se prevé una permanencia sobre tierra por un período extenso de la tubería revestida, se deberá considerar la capacidad del revestimiento de resistir la degradación por luz ultravioleta y otras condiciones atmosféricas y ambientales.*

**III B.** *Información requerida para el uso de este estándar.* El comprador debería especificar requerimientos especiales y proveer información específica relacionada con los siguientes puntos:

1. Estándar utilizado- que es ANSI/AWWA C209-90, Estándar para revestimientos de cinta aplicados en frío para el exterior de secciones especiales, conexiones y accesorios en tuberías de acero para transporte de agua.
2. Cualquier excepción requerida al estándar.
3. Descripciones y dimensiones de cada tipo de sección especial para cada tipo de protección exterior.
  - a. Bajo tierra- Condiciones habituales o normales.
  - b. Bajo tierra- Condiciones no usuales.

4. Declaración jurada de conformidad.
5. Tipo de cinta (sec. 2.3.1).
6. Dimensiones de la cinta (sec. 2.3.3).
7. Espesor de la cinta (sec 2.3.4).
8. Limpieza por arenado (sec. 3.1.2).
9. Espesor total del sistema de revestimiento (sec. 3.3).
10. Reparación del revestimiento (sec. 3.4).
11. Inspección opcional (sec.4.1.1).
12. Ensayo de los materiales del revestimiento (sec.4.2.1).
13. Precauciones para entierro de la tubería y material de relleno de la zanja (sec.5.2.4).
14. Embalaje y etiquetado (sec.5.3).
15. Rangos de temperatura de operación (sec.1.1.1).

**IV.** Modificación del Estándar. Cualquier modificación de las precauciones, definiciones y terminología de este estándar, debe ser provista en las especificaciones del comprador.

**V.** Revisiones Mayores.

1. El espesor mínimo en mils (micrómetro) de los rollos de cinta prefabricada se ha incrementado de 20 mil a 30 mil (508  $\mu\text{m}$  a 750  $\mu\text{m}$ ) (sec. 2.3.4).
2. Solo están permitidas cintas prefabricadas que estén compuestas de una película plástica de respaldo y una capa de un sellador elastomérico homogéneo o de un sellador bituminoso homogéneo. (sec. 2.3.1).
3. La temperatura máxima ha sido redefinida sobre la base de la temperatura de servicio del agua potable (sec.1.1.1).

*Esta página se encuentra intencionalmente en blanco.*

American Water Works Association

ANSI/AWWA C209-90  
(Revisión de ANSI/AWWA C209-84)

**STANDARD AWWA PARA**  
**REVESTIMIENTO EN CINTA APLICADA EN FRÍO**  
**PARA EL EXTERIOR DE SECCIONES ESPECIALES,**  
**CONEXIONES Y ACCESORIOS PARA TUBERÍAS**  
**DE ACERO PARA TRANSPORTE DE AGUA.**

**Sección 1: GENERAL**

**Sec. 1.1 Ámbito**

Este estándar abarca los revestimientos exteriores de protección que consisten en imprimadores aplicados en frío, cintas prefabricadas y su aplicación a secciones especiales, conexiones y accesorios a ser utilizados en tuberías de acero enterradas para transporte de agua protegidas con revestimientos orgánicos, como por ejemplo los comprendidos en ANSI/AWWA C203, ANSI/AWWA C210, ANSI/AWWA C213, ANSI/AWWA C214, ANSI/AWWA C215, y ANSI/AWWA C216. Dichos imprimadores y cintas no están propuestos para su uso en juntas de acero expuestas ni secciones de tuberías de acero donde los revestimientos de morteros cementicios o de concreto han sido aplicados directamente en la superficie descubierta de la tubería. Los revestimientos exteriores de cinta pueden ser aplicados en campo o en planta en concordancia con las previsiones de este estándar.

**1.1.1** *Temperaturas máximas:* Todos los estándares AWWA para revestimiento de tuberías de acero están escritos y basados en la temperatura de servicio del agua potable. Los revestimientos de cinta aplicados en frío han tenido resultado a temperaturas de servicio superiores a las normales para sistemas de agua potable. Se debería consultar al fabricante por recomendaciones apropiadas para las necesidades del comprador.

**Sec 1.2 Condiciones no cubiertas por este Estándar**

Este estándar no cubre los materiales ni procedimientos adicionales que podrían requerirse para condiciones difíciles como por ejemplo las encontradas en la construcción de tuberías submarinas,

tuberías de alivio, cruces de ríos, y tuberías que estén en áreas excepcionalmente rocosas. Tampoco está propuesto para cubrir condiciones de exposición sobre tierra luego de la aplicación. Cuando se contemplen períodos extendidos de exposición sobre tierra, se debería consultar al fabricante de la cinta por recomendaciones específicas.

### Sec 1.3 Definiciones

En este estándar, se aplican las siguientes definiciones:

**1.3.1 Comprador:** La persona, empresa u organización que compra cualquier material o trabajo a ser realizado.

**1.3.2 Constructor:** La parte que provee el trabajo y materiales para ubicación e instalación.

**1.3.2 Fabricante:** La parte que manufactura, fabrica o produce los materiales o productos.

### Sec 1.4 Referencias

Este estándar hace referencia a los siguientes documentos. En sus últimas ediciones, ellos forman parte de este estándar como extensión de la especificación. En caso de conflicto deberán prevalecer los requerimientos de este estándar.

**ANSI\*/AWWA C203-** Standard for Coal-Tar Protective Coatings and Linings for Steel Water Pipelines-Enamel and Tape- Hot Applied.

**ANSI/AWWA C210-** Standard for Liquid Epoxy Coating Systems for the Interior and Exterior of Steel Water Pipelines.

**ANSI/AWWA C213-** Standard for Fusion-Bonded Epoxy Coating for the Interior and Exterior of Steel Water Pipelines.

**ANSI/AWWA C214-** Standard for Tape Coating Systems for the Exterior of Steel Water Pipelines.

**ANSI/AWWA C215-** Standard for Extruded Polyolefin Coatings for the Exterior of Steel Water Pipelines.

**ANSI/AWWA C216-** Standard for Heat-Shrinkable Cross-Linked Polyolefin Coatings for the Exterior of Special Sections, Connections and Fittings for Steel Water Pipelines.

**ASTM+ D1000-** Standard Test Methods for Pressure-Sensitive Adhesive-Coated Tapes Used for Electrical and Electronic Applications.

**ASTM E96-** Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials.

**AWWA Manual M11-** Steel Pipe- A guide for Design and Installation.

**NACE‡ TM-01-70-** Visual Standard for Surfaces of New Steel Airblast Cleaned With Sand Abrasive.

**NACE TM 01-75-** Visual Standard for Surfaces of New Steel Centrifugally Blast Cleaned with Steel Grit and Shot.

**SSPC\* SP1-** Surface Preparation Specification No.1 Solvent Cleaning.

**SSPC SP 6-** Surface Preparation Specification No. 6 Commercial Blast Cleaning.

---

\*American National Standards Institute, 1430 Broadway, New York, NY 10018

+American Society for Testing and Materials, 1916 Race St., Philadelphia, PA 19103.

‡ National Association of Corrosion Engineers, 1440 South Creek, Rd, Houston, TX 77084.

\*Steel Structures Painting Council, 4400 Fifth Ave., Pittsburgh, PA 15219.



### **Sec. 1.5 Declaración Jurada de Conformidad**

El comprador puede requerir al constructor la provisión de una declaración jurada indicando que los materiales y mano de obra provista bajo la orden de compra, cumplen con los requerimientos aplicables de este estándar.

### **Sec. 1.6 Equipamiento**

El equipamiento del constructor para arenado y revestimiento deberá ser de tal diseño, construcción, y encontrarse en condiciones que permitan seguir los procedimientos para obtener los resultados prescritos en este estándar.

### **Sec. 1.7 Materiales y Mano de Obra**

Los materiales provistos deberán cumplir las previsiones de este estándar. La mano de obra o materiales que fallen conforme con este estándar, deberán ser rechazados en cualquier momento antes de la aceptación final.

## **SECCION 2: SISTEMA DE REVESTIMIENTO**

### **Sec 2.1 Sistema de Revestimiento**

El sistema de revestimiento de protección cubierto por este estándar consiste en una cinta prefabricada aplicada en frío y una imprimación aplicada a la superficie exterior de secciones especiales, conexiones y accesorios en tuberías de acero para transporte de agua. Cuando existan condiciones de suelo o constructivas, y cuando es esperable que ocurra algún daño mecánico, podría requerirse el uso de un espesor extra de cinta, sobre envoltorio apropiado y refuerzos o material de relleno especial (sec 5.2). Debido a que las condiciones ambientales y sobre terreno varían, el comprador deberá consultar al fabricante acerca del tipo de envoltorio recomendado para la condición de permanencia especificada y la necesidad de una protección ultravioleta.

### **Sec 2.2. Imprimante**

El imprimante deberá ser un líquido que pueda aplicarse sin calor y pueda producir una efectiva adhesión entre la superficie a ser protegida y la cinta aplicada. El imprimante deberá cumplir con los requerimientos de control de contaminación que estuvieren vigentes en el lugar de uso. El imprimante no deberá decantar en el contenedor, formando una pasta que no pueda ser mezclada fácilmente mediante agitación manual. El imprimante deberá tener propiedades de pulverización o aplicación a pincel y una mínima tendencia a formar burbujas durante la aplicación. El imprimante y la cinta prefabricada deberán provenir del mismo fabricante.

### **Sec 2.3 Cinta prefabricada**

La cinta prefabricada deberá cumplimentar los siguientes requerimientos:

**2.3.1 Materiales:** La cinta prefabricada aplicada en frío deberá hacerse de materiales que provean alta resistividad eléctrica, resistencia a ambientes corrosivos, baja absorción de humedad y permeabilidad, y

una adherencia efectiva a la superficie del acero, según lo definido por los requerimientos de la sec. 4.2. Adicionalmente, la cinta deberá ser compatible y proveer una adherencia efectiva a la superficie de acero y al revestimiento aplicado previamente en campo o en planta y será autosellante. La cinta prefabricada de aplicación en frío deberá ser una de los siguientes tipos:

**Tipo I:** cinta consistente en un compuesto laminado formado por una película plástica de respaldo y una capa de sellador bituminoso homogéneo.

**Tipo II:** cinta consistente en un compuesto laminado formado por una película plástica de respaldo y una capa de sellador elastomérico homogéneo.

Adicionalmente las cintas deberán resistir un daño mecánico excesivo durante la aplicación normal y operaciones, como también ser lo suficientemente flexible para adaptarse a la superficie a ser recubierta. Las cintas también deberán resistir, sin rasgarse, la fuerza a la tracción necesaria para obtener un revestimiento envuelto ajustadamente. El comprador deberá especificar el tipo de cinta deseada, que puede ser tipo I o tipo II.

**2.3.2 Forma:** La cinta prefabricada deberá ser provista en hojas, almohadillas o rollo con centro hueco. Los centros huecos deberán tener un diámetro mínimo interior de 1 ½ pulgada (38mm).

**2.3.3 Dimensiones:** Los rollos de cinta prefabricados deberán ser provistos en anchos estandarizados de 2,3,4,6,8,9 y 12 pulgadas (50,75,100,150, 200, 225 y 300 mm). Los largos estándares típicos son 50, 75 y 100 pies (15, 23 y 30 metros). Las almohadillas y hojas estarán dimensionadas para acomodarse al área a ser recubierta permitiendo el solapado especificado en la sección 3.3.

**2.3.4 Espesor:** Los rollos de cinta prefabricados deberán ser provistos en un espesor mínimo de 30 mil (750 µm) excepto que el comprador especifique otro.

## Sec 2.4 Requerimientos

**Tabla 1. Propiedades físicas de las cintas y revestimientos.**

Propiedades	Requerimientos	Métodos de ensayo
Desvío máximo en el ancho	± 5% del ancho ó ¼ pulgada (6mm) lo que sea menor	Sec 4.2.2.1
Espesor mínimo	30 mil (750 µm) ± 5% Mínimo- Tipos I y II	Sec 4.2.2.2
Transmisión máxima de vapor de agua	0.25 perm (1.44 ng/[Pa.s.m <sup>2</sup> ])	Sec 4.2.2.3
Rotura dieléctrica	400 v/mil (15 v/µm)	Sec 4.2.2.4
Resistencia mínima a la aislación	500.000 mega ohms, mínimo	Sec 4.2.2.5
Adhesión mínima al acero imprimado	20 onzas / pulgada (220 g/cm) ancho mínimo	Sec 4.2.2.6

## SECCION 3: APLICACIÓN DEL REVESTIMIENTO (EN CAMPO Y EN PLANTA)

### Sec. 3.1 Preparación de la superficie

- 3.1.1. Superficie descubierta:** Las superficies descubiertas deberán estar libres de barro, laca, cera, pintura, alquitrán mineral, asfalto, aceite, grasa o cualquier otro material foráneo. Antes del arenado, las superficies deberán inspeccionarse y en caso de ser requerido, serán prelimpiadas de acuerdo con SSPC SP 1 para remover aceite, grasa y otros depósitos adheridos. Sólo se utilizarán los solventes que cumplen los códigos vigentes y no dejen residuos. Puede utilizarse el precalentamiento para remover aceite, grasa, sarro, agua y hielo si todas las superficies son precalentadas en forma uniforme para evitar la distorsión. Las soldaduras deberán limpiarse de toda escoria, salpicadura, escama y deberá permitirse su enfriado antes de que el revestimiento sea aplicado. Los bordes filosos y dentados que puedan producir pinchaduras o cortes en la cinta deberán eliminarse mediante esmerilado o limado.
- 3.1.2. Limpieza por arenado:** Todas las superficies metálicas deberán ser arenadas para alcanzar la preparación de la superficie al menos en un grado equivalente a SSPC SP 6; NACE TM-01-70, grado NACE N° 3 o NACE TM-01-75, grado NACE N° 3 excepto algún otro especificado por el comprador. Las superficies arenadas en molino o planta antes del embarque a su localización en campo, deberán ser limpiadas mediante cepillo metálico u otro medio aprobado antes de la aplicación del imprimante o de la cinta. Si se encontrara presente aceite o grasa se deberá lavar con un solvente que cumpla con la norma SSPC SP 1, antes de la limpieza con cepillo metálico.
- 3.1.3. Estándares visuales comparativos:** Cuando el sistema de revestimiento fuera aplicado en planta, el constructor que aliste la superficie deberá preparar un área representativa en la superficie de trabajo, así como ayudas visuales estándares en paneles como mínimo de medida 6-pulgadas x 6 pulgadas x ¼ pulgada (150 mm x 150 mm x 6mm). Según el acuerdo de las partes contractuales de que los estándares visuales deben cumplir los requerimientos de la sección 3.1.2, bs paneles deberán envolverse en plástico grueso, sellados con cinta o protegidos de otra forma contra contaminación o corrosión, y mantenidos como referencias visuales estándares a través de las operaciones de revestimiento. Se deberá tener cuidado durante el manipuleo y sellado de los estándares visuales porque podrían oxidarse en contacto con humedad. Alternativamente, pueden utilizarse otros estándares comparativos visuales aceptados industrialmente que hayan sido convenidos entre las partes contratantes.
- 3.1.4. Protección contra humedad:** Las superficies arenadas deberán protegerse de condiciones de alta humedad, lluvia o superficies mojadas y no se deberá permitir la formación de óxido antes de la aplicación del imprimante.

### Sec 3.2 Imprimación

Se deberá aplicar una capa uniforme y continua de la imprimación de acuerdo con las recomendaciones del fabricante para el sistema de cinta e imprimación. El tiempo de cobertura y curado de la imprimación deberá ser suficiente para asegurar una efectiva adhesión entre el sustrato y el revestimiento. La aplicación del imprimante deberá limitarse a la cantidad de área superficial que pueda ser envuelta durante el mismo día de trabajo; de otra forma, el acero deberá ser nuevamente imprimado. Luego de la aplicación del imprimante y antes de la aplicación de la cinta, se deberá tener cuidado, para prevenir la contaminación de la superficie imprimada con cualquier material foráneo, como suciedad o humedad.

### **Sec. 3.3 Revestimiento y Envoltorio**

El procedimiento específico de aplicación utilizado por cada sistema de revestimiento con cinta será de acuerdo con lo descrito por el fabricante. El espesor total utilizado es discrecional según las recomendaciones del fabricante, pero en ningún caso el espesor total aplicado será menor a 30 mil (750  $\mu\text{m}$ ) usando un solapado mínimo de ½ pulgada (12mm). Cuando el revestimiento de cinta se junte con el revestimiento aplicado en planta, se deberá solapar el revestimiento aplicado en planta por un mínimo de 3 pulgadas (75mm) y adherirlo a él. Cuando el alquitrán mineral ANSI /AWWA C203 es utilizado, se deberá remover el papel de envoltorio o la lechada del área a ser solapada. El constructor, a requerimiento del comprador o a decisión del propio constructor, puede coordinar para tener la asistencia del fabricante mediante la demostración del método apropiado de aplicación. Cuando el uso de equipos manuales o eléctricos de aplicación de la cinta sea recomendado, el constructor deberá utilizar la maquinaria aprobada por el comprador. Deberán seguirse las temperaturas máximas y mínimas para la aplicación y manipuleo especificadas por el fabricante.

### **Sec. 3.4 Reparación del revestimiento**

Daños, áreas defectuosas, discontinuidades o fallas en el solapado deberán repararse a través del decapado y remoción de las capas de cinta de la zona afectada. El área de reparaciones deberá cepillarse con un imprimante, luego, un parche de cinta cubriendo un mínimo de 4 pulgadas (100 mm) alrededor del área afectada debería ser aplicado mediante la envoltura a través de la tubería o mediante la aplicación de un parche de cinta de acuerdo con lo especificado por el comprador. Luego de que la reparación esté completa, el área reparada deberá testearse con un detector de discontinuidad según lo descrito en la sección 4.4.1.

## **SECCIÓN 4. INSPECCIÓN, ENSAYO Y RECHAZO**

### **Sec 4.1 Inspección por parte del comprador**

**4.1.1** Inspección opcional: A opción del comprador, el procedimiento completo de aplicación de los materiales de revestimiento de protección, tal como aquí se describe, puede ser estrictamente inspeccionado desde el momento de la preparación de la superficie hasta completar la aplicación del revestimiento. Esta inspección no releva al constructor de la responsabilidad de proveer materiales y mano de obra de acuerdo con este estándar.

**4.1.2** Inspección de la superficie: Las superficies arenadas deberán inspeccionarse para una adecuada preparación de la superficie, de acuerdo con lo previsto en las secciones 4.1.1 y 4.1.3.

**4.1.3** Inspección de la aplicación del revestimiento: Cuando una inspección fuera requerida por el comprador, todo trabajo de revestimiento no realizado en presencia de un representante del comprador puede estar sujeto a rechazo. Si en cualquier momento se encontrara que el procedimiento de aplicación de materiales de revestimiento protector no estuviere de acuerdo con este estándar, todo el trabajo de revestimiento protector podrá ser rechazado.

**4.1.4** Acceso para inspección: Los representantes del comprador deberán tener acceso al sitio de construcción y a aquellas áreas de todas las plantas relacionadas con el resultado del trabajo bajo este estándar.

**4.1.5** Instalaciones para el representante del comprador. El constructor deberá proveer al representante del comprador con las instalaciones y espacio, sin cargo, para la inspección, ensayo y recolección de

tanta información como fuera deseada; en relación con el carácter del material utilizado, el proceso de aplicación, el progreso y forma de trabajo y los resultados obtenidos.

## **Sec. 4.2 Ensayos**

**4.2.1** Ensayos para materiales de revestimiento: Antes de la aceptación de los materiales de revestimiento del constructor, pueden ser testeadas por el comprador en su laboratorio o en laboratorio comercial responsable designado por el comprador, muestras del material de revestimiento requerido por el comprador y sometido por el constructor. Excepto otra especificación del comprador, el costo de los ensayos iniciales a todas las muestras de material de revestimiento originalmente ofrecido por el constructor, el comprador deberá asumir dicho costo. Si alguna muestra inicial fallara en el cumplimiento de lo determinado en el estándar, podrán testearse muestras adicionales. Todos los costos de ensayos de las muestras adicionales serán asumidos por el constructor.

**4.2.2.** Ensayos de sistemas de revestimiento y de cintas.

**4.2.2.1** Ancho de la cinta: retirar una muestra de cinta de al menos 3 pies (0,9 m) de largo por cada tres rollos seleccionados al azar, o seleccionar tres hojas o almohadillas de muestras de cinta y colocar en una superficie lisa. Medir el ancho de la muestra de cinta en varios puntos a lo largo de la longitud de la muestra con precisión de 1/16 pulgadas (1mm). Cualquier desvío en el ancho fuera de los límites mostrados en la Tabla 1 significará una falla en el ensayo de ancho.

**4.2.2.2** Espesor de la cinta: Medir el espesor de la cinta en no menos de 10 puntos en cada una de las 3 muestras de hojas, almohadillas o rollos de las muestras utilizadas en la sección 4.2.2.1. Las mediciones deberán realizarse con un micrómetro calibrado de lectura en milésimas de pulgadas (mils) y deberán tener contacto en pie no menor a ¼ de pulgada (6mm) en el diámetro. Cualquier medición de espesor por debajo de los límites mostrados en la tabla 1 significará una falla en el ensayo de espesor.

**4.2.2.3** Transmisión de vapor de agua: Ensayar la cinta prefabricada de aplicación en frío para detectar transmisión de vapor de agua de acuerdo con ASTM E96, método B. Un valor excedido de los límites mostrados en la tabla 1 significará una falla de la cinta en el cumplimiento de los requerimientos de transmisión de agua de vapor.

**4.2.2.4** Rotura dieléctrica: Ensayar la cinta prefabricada de aplicación en frío para rotura dieléctrica de acuerdo con ASTM D1000. Un valor por debajo de los límites mostrados en la Tabla 1 significará una falla en el cumplimiento de los requerimientos de resistencia dieléctrica.

**4.2.2.5** Resistencia de la aislación: Ensayar la cinta prefabricada de aplicación en frío para resistencia del aislamiento de acuerdo con ASTM D1000. Un valor por debajo de los límites mostrados en la Tabla 1 significará una falla en el cumplimiento de los requerimientos de resistencia de la aislación.

**4.2.2.6** Adhesión: Ensayar la cinta prefabricada de aplicación en frío para resistencia del aislamiento de acuerdo con ASTM D1000. Un valor por debajo de los límites mostrados en la Tabla 1 significará una falla en el cumplimiento de los requerimientos de resistencia de la adhesión.

## **Sec 4.3 Rechazo**

**4.3.1.** Superficie: El comprador podrá rechazar artículos si las condiciones de superficie no cumplen con los requerimientos de la sec. 3.1. Los artículos rechazados debido a limpieza inadecuada deberán limpiarse nuevamente y el revestimiento será reinspeccionado sin costo para el comprador.

**4.3.2** Trabajos de revestimiento: Cuando una inspección fuera requerida por el comprador, todos los trabajos de revestimiento no realizados en presencia del representante del comprador podrán estar sujetos a rechazo. Si en cualquier momento se encontrara que el procedimiento para la aplicación de materiales de revestimiento de protección no estuviere de acuerdo con este estándar, todo el trabajo de revestimiento mencionado podrá ser rechazado.

**4.3.3** Materiales de revestimiento: Si se encontrara que una muestra de material de revestimiento no cumple con este estándar, el material de revestimiento representado por dicha muestra podrá ser rechazado. Si se encontrara que las muestras de material de revestimiento del constructor previamente aceptadas no cumplen con el estándar, entonces todo ese material de revestimiento podrá ser rechazado.

#### **Sec 4.4 Inspección eléctrica de continuidad**

Luego de que las operaciones de envoltura se hayan completado, el constructor deberá realizar una inspección eléctrica de todas las superficies envueltas mediante un detector de discontinuidad eléctrica. Cualquier defecto en la envoltura deberá ser satisfactoriamente reparado con todo cargo al constructor.

**4.4.1** Detector: El equipamiento eléctrico utilizado para el ensayo del envoltorio de cinta en planta o en campo, así como también en el sitio de instalación, deberá ser un detector de discontinuidad portátil, de bajo amperaje, voltaje ajustable, tipo pulso, que utilice un dispositivo de señalización audible. El detector de discontinuidad deberá tener un electrodo tipo espiral o tipo escobilla.

**4.4.1.1** La alimentación primaria deberá ser no mayor a 20W, y los mínimos pulsos en la cresta de voltaje serán de 20 Hz.

**4.4.1.2** El voltaje operacional del detector será determinado según la siguiente fórmula:

$$V=1250 \sqrt{t}$$

Siendo:

v = voltaje de inspección, en volts.

t = espesor total del sistema de revestimiento, en mil.

**4.4.1.3** Debido a variables como la humedad relativa y la temperatura, el detector de voltaje deberá probarse no menos de dos veces al día, antes del inicio del trabajo, por la mañana y antes de finalizar el trabajo por la tarde. Para asegurar un voltaje adecuado de inspección, el equipo deberá estar correctamente descargado a tierra y el voltaje será ajustado de acuerdo con las instrucciones del fabricante del equipo.

**4.4.2** Uso del detector: Luego de que el voltaje haya sido probado apropiadamente, el electrodo deberá ser pasado una vez sobre el revestimiento y sobre superficies envueltas a un ritmo de aproximadamente 30-60 pies/minuto (9-18 m/min.). Si el electrodo es detenido durante la pasada sobre la superficie encintada, la corriente al electrodo deberá interrumpirse inmediatamente para evitar dañar al revestimiento.

**4.4.3** Detección y reparación de la discontinuidad: Cualquier discontinuidad o falta de revestimiento será indicada por una chispa eléctrica entre el electrodo y la superficie de metal, así como también una señal audible. El envoltorio de cinta aplicado en frío superará la inspección eléctrica si no ocurriera ninguna chispa. Si una chispa eléctrica ocurriera entre el electrodo y la superficie metálica, la discontinuidad deberá ser marcada con un indicador adecuado, como tiza o crayón, para identificar el área a reparar. Las reparaciones deberán realizarse de acuerdo con la Sec. 3.4. Luego de que la reparación se complete, las áreas reparadas deberán ser testeadas nuevamente con un detector eléctrico de discontinuidad.

## **SECCION 5: MANIPULEO Y ALMACENAMIENTO, PROCEDIMIENTOS DE CAMPO, EMBALAJE Y ETIQUETAMIENTO**

### **Sec 5.1 Manipuleo y almacenamiento**

Los artículos recubiertos deberán ser manipulados, almacenados y embarcados de tal forma que se evite el daño en el revestimiento. El revestimiento dañado durante el manipuleo u otras operaciones deberán repararse satisfactoriamente sin costo adicional para el comprador. El revestimiento dañado deberá repararse de acuerdo con la Sec. 3.4.

### **Sec 5.2 Procedimientos de campo**

Durante la construcción de la tubería, el constructor deberá utilizar cualquier precaución para prevenir el daño en el revestimiento protector. No se permitirá que herramientas u objetos metálicos entren en contacto innecesariamente con el revestimiento terminado. Solo se permitirá que los trabajadores caminen sobre el revestimiento cuando fuera necesario, en cuyo caso se deberán utilizar zapatos con suela de goma, compuestos y tacos.

Cualquier daño a las secciones especiales, conexiones y accesorios o revestimientos protectivos por cualquier causa durante la instalación y antes de la aceptación final por parte del comprador, deberá repararse según la dirección del comprador, pero con cargo al constructor.

**5.2.1 Protección mecánica:** Si existieran o fueran probables condiciones de suelo o de construcción que pudieran ocasionar daño mecánico, podría requerirse un envoltorio adecuado. Esto dependerá principalmente de las condiciones encontradas, pero en general será utilizado un espesor extra de cinta u otro envoltorio. Si es posible, será envuelto en forma de espiral y adherido, o mecánicamente aplicado en el lugar. Bajo estas condiciones, se deberá consultar al fabricante de la cinta por recomendaciones específicas.

**5.2.2 Protección durante la soldadura:** Una banda de material resistente al calor de 18 pulgadas (450mm) de ancho será colocada en la mitad superior del artículo recubierto en cada lado de la zona de soldadura durante la ejecución de la misma, para evitar daño al revestimiento producido por salpicaduras calientes. No deberá realizarse descarga a tierra para soldadura en alguna parte del artículo recubierto.

**5.2.3 Manipuleo:** Los artículos recubiertos serán izados del lateral de la zanja al interior de la zanja por medio de lingas de cintas anchas. No se permitirán cadenas, cables, pinzas u otro equipamiento que pueda provocar daño en el revestimiento; tampoco será permitido el arrastre o deslizamiento de los artículos. El constructor deberá permitir la inspección del revestimiento en las partes ocultas de los artículos cuando éstos se encuentren suspendidos mediante lingas. Cualquier daño al revestimiento deberá ser reparado de acuerdo con la sección 3.4.

**5.2.4 Enterrado y rellenado de zanjas.** Los materiales de relleno deberán manejarse en todo momento de tal forma que evite la abrasión u otro daño en el revestimiento. Excepto otra especificación por parte del comprador, los siguientes requerimientos deben ser cumplidos:

Cuando la zanja atraviese terrenos rocosos conteniendo objetos duros que podrían penetrar el revestimiento protector, excepto otra especificación, una capa de protección de tierra, arena o canto rodado no menor a 6 pulgadas (152mm) de espesor con un tamaño máximo de las partículas de ¾ pulgadas (20mm), deberá colocarse en el fondo de la zanja antes de la instalación del artículo recubierto. Otro material utilizado para el entierro, que sea aceptado por el comprador, puede ser en lugar de arena, tierra o canto rodado. La colocación del material de relleno alrededor del exterior del artículo recubierto, deberá realizarse solamente en la forma aprobada por el comprador luego de la

inspección final y aceptación del revestimiento exterior. Si en el material de relleno se encontraran piedras, desechos de concreto o cualquier otro objeto a lo largo del tendido de la tubería, deberá aplicarse material de relleno como protección alrededor del artículo revestido. Cuando se utilice material de relleno de protección, se colocará alrededor del artículo revestido a una profundidad mínima de 6 pulgadas (152 mm) antes de continuar el relleno del resto de la zanja.

La compactación del material de relleno en la zanja se hará de acuerdo con la especificación del comprador. No se deberán permitir el aplanado con rodillos metálicos u otras herramientas metálicas que pudieran tomar contacto con el revestimiento o dañarlo.

### **5.3 Embalaje y Etiquetado**

Todas las cintas e imprimantes adquiridos o utilizados de acuerdo con este estándar, deberán ser empacados en contenedores que garanticen la aceptación y entrega segura en su destino. Las preferencias por embalajes individuales o múltiples de las cintas o contenedores de imprimantes deberán estar especificadas por el comprador.

**5.3.1 Artículos Individuales:** Cada hoja, almohadilla o rollo de cinta deberá ser embalado para prevenir la adherencia al material de embalaje o al contenedor.

**5.3.2 Artículos Múltiples:** Las hojas múltiples, almohadillas o rollos deberán ser embalados en cantidades que no excedan las limitaciones de peso especificadas para el contenedor. Cada hoja, almohadilla o rollo de cinta deberá estar protegida para prevenir la adherencia a otras hojas, almohadillas o rollos de cinta, al contenedor o al material de embalaje mediante el uso de separadores.

**5.3.3 Imprimante.** El imprimante deberá ser empacado en latas de 1 galón (3.8 lts) o bidones de 5 galones (18.9 lts) u otro contenedor aceptable para el comprador y el fabricante, que cumpla con las regulaciones del departamento de transporte de los Estados Unidos.

**5.3.4 Etiquetado:** Los contenedores deberán estar claramente identificados con el nombre del fabricante, tipo de material, número de serie o lote, datos del fabricante e información que sea requerida por leyes federales o estatales.

## **APÉNDICE A**

### **Estimación del área superficial de la tubería.**

Este apéndice es únicamente para información y no forma parte de ANSI/AWWA C209.

El área superficial de la tubería a ser recubierta puede ser estimada utilizando la siguiente fórmula:

$$N = DL \times p$$

(Eq. A.1)

Siendo:

N = Área

D = Diámetro de la tubería

L = Longitud de la tubería

Tabla A1. Pies lineales (Metros [lineales]) de una tubería recubierta por un envoltorio en espiral con un rollo de cinta de 50 pies (15 mt).



Tamaño nominal de la tubería pulgadas (mm)	Ancho de cinta 2 pulgadas (50mm)		Ancho de cinta 4 pulgadas (100mm)		Ancho de cinta 6 pulgadas (150mm)	
	Vuelta ½ pulgada (12mm)	Vuelta 50%	Vuelta ½ pulgada (12mm)	Vuelta 50%	Vuelta ½ pulgada (12mm)	Vuelta 50%
½ (12)	28.44 (8.67)	18.94 (5.77)	?	?	?	?
¾ (20)	22.71 (6.92)	15.15 (4.62)	?	?	?	?
1 (25)	18.08 (5.51)	12.04 (3.67)	?	?	?	?
1 ¼ (30)	14.37 (4.38)	9.58 (2.92)	33.53 (10.22)	19.16 (5.94)	?	?
1 ½ (40)	12.57 (3.83)	8.38 (2.55)	29.34 (8.94)	16.77 (5.11)	?	?
2 (50)	?	?	23.41 (7.14)	13.38 (4.08)	?	?
2 ½ (65)	?	?	19.33 (5.89)	11.05 (3.37)	?	?
3 (75)	?	?	15.92 (4.85)	9.10 (2.77)	?	?

Notas:

1. Las unidades de medida son suministradas en pies lineales (metros [lineales])
2. 10 a 15 % adicional debería ser agregado para contingencias en terreno.

La tabla continúa en la próxima página.

Tabla A1. Pies lineales (Metros [lineales]) de una tubería recubierta por un envoltorio en espiral con un rollo de cinta de 50 pies (15 mt).

Tamaño nominal de la tubería pulgadas (mm)	Ancho de cinta 2 pulgadas (50mm)		Ancho de cinta 4 pulgadas (100mm)		Ancho de cinta 6 pulgadas (150mm)	
	Vuelta ½ pulgada (12mm)	Vuelta 50%	Vuelta ½ pulgada (12mm)	Vuelta 50%	Vuelta ½ pulgada (12mm)	Vuelta 50%

4 (100)	? ?	? ?	12.38 (3.77)	7.07 (2.16)	19.45 (5.93)	10.61 (3.23)
5 (125)	? ?	? ?	10.00 (3.05)	5.71 (1.74)	15.71 (4.79)	8.57 (2.61)
6 (150)	? ?	? ?	8.40 (2.56)	4.80 (1.46)	13.20 (4.02)	7.20 (2.20)
8 (200)	? ?	? ?	6.45 (1.97)	3.69 (1.12)	10.15 (3.09)	5.53 (1.69)
10 (250)	? ?	? ?	5.18 (1.58)	2.96 (0.90)	8.14 (2.48)	4.44 (1.35)
12 (300)	? ?	? ?	4.37 (1.33)	2.50 (0.76)	6.86 (2.09)	3.74 (1.14)
14 (360)	? ?	? ?	3.98 (1.21)	2.27 (0.69)	6.25 (1.90)	3.41 (1.04)
16 (410)	? ?	? ?	3.48 (1.06)	1.99 (0.61)	5.47 (1.67)	2.98 (0.91)
18 (460)	? ?	? ?	3.09 (0.94)	1.77 (0.54)	4.86 (1.48)	2.65 (0.81)
20 (510)	? ?	? ?	2.78 (0.85)	1.59 (0.48)	4.38 (1.34)	2.39 (0.73)
22 (560)	? ?	? ?	? ?	? ?	3.98 (1.21)	2.17 (0.66)
24 (610)	? ?	? ?	? ?	? ?	3.65 (1.11)	1.99 (0.61)
26 (660)	? ?	? ?	? ?	? ?	3.37 (1.03)	1.84 (0.56)
28 (710)	? ?	? ?	? ?	? ?	3.13 (0.95)	1.71 (0.52)
30 (760)	? ?	? ?	? ?	? ?	2.92 (0.89)	1.59 (0.48)

32 (810)	?	?	?	?	?	?
34 (860)	?	?	?	?	?	?
36* (910)	?	?	?	?	?	?

Notas:

1. Las unidades de medida son suministradas en pies lineales (metros [lineales])
2. 10 a 15 % adicional debería ser agregado para contingencias en terreno.

\*Para coberturas mayores a 35 pulgadas (910 mm) consultar al fabricante.

Tabla A2 Datos de cobertura de la tubería. Envoltura tipo cigarrillo\*.

Tamaño nominal de la tubería pulgadas (mm)		Área superficial para 100 pies lineales (30.48) metros lineales de tubería		Cuadros de láminas para 100 pies lineales (30.48) metros lineales de tubería <i>1 capa#</i>	Cuadros de lámina para 100 pies lineales (30.48) metros lineales de tubería <i>2 capas</i>
<i>Pulgadas</i>	<i>(mm)</i>	<i>ft<sup>2</sup></i>	<i>(m<sup>2</sup>)</i>		
8	(200)	225.9	(20.99)	2.49	4.97
10	(250)	281.4	(26.14)	3.10	6.19
12	(300)	333.8	(31.01)	3.67	7.34
14	(360)	366.5	(34.05)	4.03	8.06
16	(410)	418.9	(38.92)	4.61	9.22
18	(460)	471.3	(43.78)	5.18	10.36
20	(510)	523.6	(48.64)	5.76	11.52
22	(560)	576.0	(53.51)	6.34	12.68
24	(610)	628.3	(58.37)	6.87	13.74
26	(660)	680.7	(63.24)	7.49	14.98
28	(710)	733.0	(68.10)	8.06	16.12
30	(760)	785.4	(72.96)	8.64	17.28
32	(810)	837.8	(77.83)	9.22	18.43
34	(860)	890.1	(82.69)	9.79	19.58
36	(910)	942.5	(87.56)	10.37	20.74
38	(960)	994.8	(92.42)	10.94	21.89
40	(1020)	1047.2	(97.28)	11.52	23.04
42	(1070)	1099.6	(102.15)	12.10	24.20
44	(1120)	1151.9	(107.01)	12.67	25.34
46	(1170)	1204.3	(111.88)	13.25	26.49

48	(1220)	1256.6	(116.74)	13.82	27.65
50	(1270)	1309.0	(121.61)	14.40	28.80
52	(1320)	1361.4	(126.47)	14.98	29.96
54	(1370)	1413.7	(131.33)	15.55	31.10
60	(1520)	1570.8	(145.93)	17.28	34.56
66	(1680)	1727.9	(160.52)	19.01	38.02
72	(1830)	1885.0	(175.12)	20.73	41.47
§					

\* Un 10 a 15 % adicional debería ser agregado para contingencias en terreno.

† Un cuadro equivale a 100 ft<sup>2</sup> (9.29 m<sup>2</sup>) de cinta.

#1 capa es permitida para cintas de 20 mil (510 µm) de espesor o mayores. Las cantidades mostradas arriba admiten un 10% adicional por lado y solapado superior. Todos los envoltorios tipo cigarrillo se solaparán como mínimo en un mínimo de 2 pulgadas (50 mm).

§ Para coberturas mayores a 72 pulgadas (1830 mm) de diámetro, consultar al fabricante.