

# NORMA TÉCNICA GUATEMALTECA

NTG 36013:2013

---

---

## Requisitos generales para láminas de acero, con revestimiento metálico por medio del proceso de inmersión en caliente. Especificaciones.

Esta norma es equivalente a la norma ASTM A924/A924M-13, en la cual está basada, con la adición de las características de ancho, corrugaciones y largos para láminas acanaladas.

**Aprobada :**

---

*Adoptada Consejo Nacional de Normalización:*

## Prólogo COGUANOR

La Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) es el Organismo Nacional de Normalización, creada por el Decreto No. 1523 del Congreso de la República del 05 de mayo de 1962. Sus funciones están definidas en el marco de la Ley del Sistema Nacional de la Calidad, Decreto 78-2005 del Congreso de la República.

COGUANOR es una entidad adscrita al Ministerio de Economía, su principal misión es proporcionar soporte técnico a los sectores público y privado por medio de la actividad de normalización.

COGUANOR, preocupada por el desarrollo de la actividad productiva de bienes y servicios en el país, ha armonizado las normas internacionales.

El estudio de esta norma, fue realizado a través del Comité Técnico de Normalización de Láminas Galvanizadas, con la participación de:

Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES)	Omar Flores Beltetón
Cámara de Industria de Guatemala	Oswaldo René Morales Sanjay
Cámara Guatemalteca de la Construcción	Carlos Eberto Carrillo Barrientos
Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala	César García
Colegio de Ingenieros de Guatemala	Edgar Antonio Díaz García
Comisión Guatemalteca de Normas	Héctor René Herrera Mazariegos
Galvanizadora Centro Americana, S.A.	Sergio Guillermo Juárez Rosal
Gremial de Industrias de Metalurgia	Effre Miguel Giorgis Bocaletti
Ternium Internacional Guatemala	Ribelino Martín Santos Monterroso
	Christian Daniel Jiménez Coyoy

## Índice

	<b>Página</b>
1 Objeto.....	4
2 Documentos Citados.....	5
3 Terminología.....	6
4 Información para Ordenar.....	6
5 Materiales y fabricación.....	7
6 Composición Química.....	7
7. Pruebas para Propiedades Mecánicas.....	8
8. Pruebas para Propiedades del Revestimiento.....	8
9. Dimensiones y Variaciones Permisibles .....	10
10. Acabado y Condición.....	12
11. Aceitado.....	12
12. Calidad.....	12
13. Repetición de Pruebas y Disposición del Material que No Cumple con los Requisitos.....	12
14. Inspección.....	13
15. Rechazos y Audiencias.....	14
16. Certificación.....	14
17. Empaque y Marcaje de Empaque.....	14
18. Descriptores.....	15
<b>Cuadro 1</b> .....	<b>15</b>
<b>Cuadro 2</b> .....	<b>16</b>
<b>Cuadro 3</b> .....	<b>16</b>
<b>Cuadro 4</b> .....	<b>16</b>
<b>Cuadro 5</b> .....	<b>16</b>
<b>Cuadro 6</b> .....	<b>17</b>
<b>Cuadro 7</b> .....	<b>17</b>
<b>Cuadro 8</b> .....	<b>17</b>
<b>Cuadro 9</b> .....	<b>17</b>
<b>Cuadro 10</b> .....	<b>17</b>
<b>Cuadro 11</b> .....	<b>18</b>
<b>Cuadro 12</b> .....	<b>18</b>
<b>Cuadro 13</b> .....	<b>18</b>
<b>Cuadro 14</b> .....	<b>18</b>
<b>Cuadro 15</b> .....	<b>19</b>
<b>Cuadro 16</b> .....	<b>19</b>
<b>Requisitos adicionales (Apéndices)</b>	
<b>Cuadro S1.1</b> .....	<b>19</b>
<b>Apéndice X1-</b> Información del Producto .....	<b>19</b>
<b>Apéndice X2-</b> Tratamientos químicos aplicados durante la producción de láminas de acero con revestimiento metálico .....	<b>20</b>
<b>Apéndice X3-</b> Guía para conversión entre masa (peso) de revestimiento y espesor. ....	<b>21</b>

## 1. OBJETO

1.1 La presente especificación cubre los requisitos generales que, al menos que se indique algo distinto en la especificación particular del producto, aplica para láminas de acero en bobina y piezas cortadas, con revestimiento metálico en líneas continuas o discontinuas, por medio de un proceso de inmersión en caliente, fabricadas y/o comercializadas en el país. El producto se fabrica para aplicaciones que requieran resistencia a la corrosión. Las especificaciones del producto contienen los requisitos para los niveles específicos de resistencia, resistencia al calor, capacidad de poderse pintar o de darle forma, o una combinación de los anteriores.

1.2 Sujeto a las provisiones individuales del producto, la lámina de acero está disponible como Acero comercial (CS, por sus siglas en inglés) tipos A, B, C, Dureza total y Recocido, acero para embutición (FS, por sus siglas en inglés), acero trefilado (DS, por sus siglas en inglés), acero de embutición profunda (DDS, por sus siglas en inglés), acero de embutición extra profunda (EDDS, por sus siglas en inglés), acero resistente a altas temperaturas (HTS, por sus siglas en inglés), acero estructural (SS, por sus siglas en inglés) y acero de baja aleación y alta dureza (HSLAS, por sus siglas en inglés). La lámina de acero se produce con los siguientes revestimientos metálicos. La información específica sobre cada uno de los siguientes metales se encuentra en la especificación individual de cada producto:

1.2.1 Revestimiento de cinc o aleación de cinc-hierro

1.2.2 Revestimiento de aleación de cinc - 5% aluminio

1.2.3 Revestimiento de aleación de 55% aluminio - cinc

1.2.4 Revestimiento o de aluminio

1.2.5 Revestimiento de plomo-estaño

1.2.6 Revestimiento de aleación de cinc-aluminio-magnesio

1.3 Los productos que cubren esta especificación de requisitos generales se describen en las siguientes normas de productos: Especificaciones ASTM A308/A308M; A463/A463M; A653/A653M; A755/A755M; A792/A792M; A875/A875M; A929/A929M; A1046/A1046M; A1057/A1057M; A1063/A1063M y A1079.

1.4 La lámina de acero con revestimiento metálico se produce según varias designaciones de revestimiento, según se muestra en las especificaciones individuales de cada producto. A excepción de la lámina revestida de forma distinta, el revestimiento siempre se expresa como el revestimiento total de ambas superficies.

1.5 En caso que haya algún conflicto en los requisitos, deben prevalecer los requisitos de las especificaciones del producto individual sobre aquellas de la presente especificación general.

1.6 Al comprador se le permite especificar requisitos adicionales que no nieguen ninguna de las provisiones de la presente especificación general o alguna de las especificaciones del producto individual. Dichos requisitos adicionales, aceptación la cual está sujeta a negociación con el proveedor, se debe incluir dentro de la orden.

1.7 Con el propósito de determinar la conformidad con estas especificaciones y las distintas especificaciones del producto en referencia en 1.3, los valores se deben redondear a la unidad más cercana en la posición de la derecha de los valores utilizados para expresar los valores límites (a excepción al 5 MPa más cercano para los valores de dureza SI) en cumplimiento con el método de redondeo de la Práctica E29.

1.8 La lámina de acero con revestimiento metálico que cubre la presente especificación se produce con los requisitos de espesor expresados en 0.01 mm tanto para bobinas como el corte en piezas. El espesor es el total del acero base y el revestimiento.

1.9 El texto de la presente especificación hace referencia a notas y pies de página que proporcionan material de explicación. Estas notas y pies de página (excluyendo aquellos de las Cuadros y los datos) no se deben considerar como requisitos de la presente especificación.

1.10 Los valores expresados en unidades SI o pulgada-libra se deben tomar en cuenta de forma separada como estándar. Dentro del texto, las unidades pulgada-libra aparecen dentro de corchetes. Los valores expresados en cada sistema no son equivalentes exactos; por lo tanto, cada sistema debe utilizarse de forma independiente uno del otro.

1.11 La presente especificación y algunas de las especificaciones aplicables del producto se expresan tanto en pulgada-libra como en unidades SI. Sin embargo, al menos que la orden especifique lo contrario, el producto se enviará con unidades SI.

1.12 La presente norma no pretende abordar todos los asuntos de seguridad, si hubiere, asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de la presente norma establecer las prácticas de seguridad y de salud apropiadas y determinar la aplicación de los límites regulatorios previo a su uso.

## 2. DOCUMENTOS CITADOS

### 2.1 Normas NTG (ASTM)

- NTG 36013 Requisitos generales para láminas de acero con revestimiento metálico por medio del proceso de inmersión en caliente.
- (ASTM A90/A90M) Método de prueba para determinar la masa [peso] de revestimientos sobre artículos de hierro y acero con revestimientos de cinc o aleaciones de cinc.
- (ASTM A308/A308M) Especificación para láminas de acero con revestimiento Terne (aleación de plomo-estaño) por medio de proceso de inmersión en caliente.
- (ASTM A309) Método de prueba para obtener el peso y la composición del revestimiento en láminas con revestimiento Terne por medio de la prueba de triple punto.
- (ASTM A370) Métodos de prueba y definiciones para pruebas mecánicas de productos de acero.
- (ASTM A428/A428M) Método de prueba para obtener la masa [peso] del revestimiento de aluminio en artículos de hierro y acero.
- (ASTM A463/A463M) Especificación de lámina de acero con revestimiento de aluminio por medio del proceso de inmersión en caliente.
- (ASTM A700) Prácticas para Empaque, Marcado y Carga de productos de acero para envío.
- (ASTM A751) Métodos de prueba, prácticas y terminología para análisis químicos de productos de acero.
- (ASTM A754/A754M) Métodos de prueba para obtener la masa (peso) de revestimientos metálicos sobre láminas por medio de fluorescencia de rayos X.
- (ASTM A755/A755M) Especificación para láminas de acero con revestimiento metálico por medio del proceso por inmersión en caliente y pintado previamente por medio del proceso de revestimiento en bobina, para productos para edificios con exposición externa.
- (ASTM A792/A792M) Especificación para lámina de acero con revestimiento de aleación 55% aluminio-cinc por medio del proceso de inmersión en caliente.
- (ASTM A875/A875M) Especificación para lámina de acero con revestimiento de aleación de cinc-5% de aluminio por medio del proceso de inmersión en caliente.
- (ASTM A902) Terminología relacionada con productos de acero con revestimiento metálico.

- (ASTM A929/A929M) Especificación para lámina de acero con revestimiento metálico por medio del proceso de inmersión en caliente para tubería corrugada de acero.
- (ASTM A1030/A1030M) Práctica para medir las características de planeza de productos de acero.
- (ASTM A1046/A1046M) Especificación para láminas de acero con revestimiento de aleación de cinc-aluminio-magnesio por medio del proceso de inmersión en caliente.
- (ASTM A1057/A1057M) Especificación para tubería estructural de acero al carbón, laminadas en frío, soldadas y revestidas con cinc (galvanizadas) por medio del proceso de inmersión en caliente.
- (ASTM A1063/A1063M) Especificación para láminas de acero, colada entre dos rodos, con revestimiento de cinc (galvanizado) por medio del proceso de inmersión en caliente
- (ASTM A1079) Especificación para lámina de acero, fase compleja (CP, por siglas en inglés), fase dual (DP, por siglas en inglés) y plasticidad inducida por transformación (TRIP, por siglas en inglés), con revestimiento de cinc (galvanizada) o revestimiento de aleación de cinc-hierro (galvano recocida) por medio del proceso de inmersión en caliente.
- (ASTM E29) Práctica para utilizar dígitos significativos en datos de prueba para determinar el cumplimiento con las especificaciones.
- (ASTM E376) Práctica para medir el espesor del revestimiento por medio del método de campo magnético o por medio de corriente Eddy (electromagnético).

### 3. TERMINOLOGÍA

3.1 *Definiciones*-Para obtener las definiciones de la terminología general relacionada con los productos con revestimiento metálico por inmersión en caliente, se consulta la Terminología en ASTM A902.

3.2 *Ancho de Cobertura (Ancho útil o Poder Cubriente)*. Aplica solo para láminas conformadas, y es el ancho efectivo que permite cubrir, en conjunto con el largo de la lámina, un área determinada. En una lámina acanalada, es la longitud medida perpendicularmente al largo de la lámina, desde la última cresta de un extremo hasta la última cresta del otro extremo del ancho de la lámina; de acuerdo a la forma según se muestra en la Fig. 1. Para láminas conformadas de forma diferente, el productor deberá especificar el ancho de cobertura de forma tal que permita el traslape transversal de las láminas, sin generar problemas posteriores de filtraciones

Figura 1. Descripción de secciones de una lámina acanalada (ondulada)



### 4. INFORMACIÓN PARA ORDENAR

4.1 La información para ordenar cualquiera de los productos aparece en las especificaciones del producto individual.

## 5. MATERIALES Y FABRICACIÓN

5.1 Los revestimientos metálicos por inmersión en caliente se utilizan para proporcionar protección contra corrosión a las láminas de acero. Los revestimientos metálicos por inmersión en caliente están disponibles en seis diferentes tipos, aleación de cinc y de cinc-hierro, aleación de plomo-estaño (Terne), aluminio, aleación de 55% aluminio-cinc, aleación de cinc-5% aluminio y aleación de cinc-aluminio-magnesio. Cada tipo de revestimiento está disponible en distintas masas de revestimiento, los cuales proporcionan distintos grados de protección contra corrosión y el consumidor debe consultar a los productores individuales sobre la utilidad para la cual se pretende utilizarla y para obtener la información del producto.

5.2 Los productos con revestimiento metálico por inmersión en caliente puede estar sujeto a cambios en propiedades mecánicas después del revestimiento. Si dichos cambios son funciones del historial químico y de procesamiento del material, el consumidor debe consultar a los productores individuales sobre la utilidad para la aplicación específica.

## 6. COMPOSICIÓN QUÍMICA

### 6.1 Acero base:

6.1.1 Los requisitos de composición química del acero base se muestran en las especificaciones individuales del producto.

6.1.2 El fabricante debe realizar un análisis de cada colada para determinar el porcentaje de carbón, manganeso, fósforo, azufre y cualquier otro elemento especificado o restringido por la especificación del producto individual.

6.1.3 Cuando se desee, el comprador puede realizar un análisis sobre el producto terminado. El análisis del producto debe cumplir con las tolerancias que aparecen en el Cuadro 1.

6.1.3.1 Los aceros de tapa (Capped, en inglés) o de borde (Rimmed, en inglés), tecnológicamente no es adecuado realizarles un análisis de producto debido a su carácter no uniforme de su composición química y, por lo tanto, las tolerancias en la Cuadro 1 no aplican. El análisis de producto es apropiado en estos aceros solamente cuando es aparente su uso inadecuado

6.1.3.2 El análisis de producto para el fósforo y el azufre no es tecnológicamente apropiado debido a la segregación de estos elementos en aceros no calmados. El análisis del producto es apropiado en estos aceros solamente cuando es aparente su uso inadecuado.

6.1.3.3 Las muestras para los análisis de producto deben ser extraídas en áreas de la tira libre de revestimiento. Se debe seleccionar al menos tres piezas, pero si está involucrado el producto de más de una colada o hay bobinas involucradas, se debe seleccionar al menos seis piezas.

6.1.3.4 Cuando se suministra acero de baja aleación y alta dureza (HSLA), algunos productores utilizan uno o más elementos microaleadores como agentes de dureza o utilizan adiciones de aleación para efectuar control de inclusión o ambos. Se le debe preguntar al productor sobre la composición química específica aplicada. Si la adición de alguna aleación se cree que es de preocupación para el usuario, el productor debe saber sobre esta preocupación.

6.1.4 *Método de Análisis*-La determinación de la composición química se puede hacer por medio de cualquier método de prueba, excepto en caso de disputa, en donde se debe utilizar los métodos enumerados en la sección A751 Métodos de prueba.

### 6.2 Revestimiento:

6.2.1 *Análisis de Revestimiento*-La composición nominal del revestimiento está descrito en la especificación individual del producto.

6.2.2 *Método de Análisis*-La determinación de la composición química se debe hacer de acuerdo con los métodos químicos, espectro químicos u otros, que sean aceptables.

## 7. PRUEBAS PARA PROPIEDADES MECÁNICAS

7.1 Las muestras para prueba se deben preparar a partir del producto terminado con revestimiento metálico.

7.2 *Propiedades Mecánicas del Metal Base*-Cuando se especifiquen las propiedades mecánicas del metal base, las pruebas se deben conducir de acuerdo con los Métodos de prueba A370. Los requisitos para todas las propiedades mecánicas están incluidas en las especificaciones individuales del producto.

7.2.1 *Pruebas de Tensión*-Las muestras para las pruebas de tensión sobre el metal base se deben tomar longitudinalmente, aproximadamente al medio, entre el centro y el borde del producto, y deben cumplir con los requisitos para la muestra de prueba para el tipo de lámina, descrito en la figura para muestras rectangulares para prueba de tensión según ASTM A370 Métodos de Prueba.

7.2.1.1 La determinación de los valores de la fuerza de elasticidad y la fuerza de tensión deben basarse en el espesor del metal base producido y se debe obtener por medio de uno de los siguientes métodos. Al menos que se especifique en la orden, el productor debe determinar el método a utilizar; sin embargo, en caso que haya una disputa, se debe utilizar 7.2.1.2.

7.2.1.2 El espesor del metal base se debe determinar mediante remover el revestimiento de los extremos de la muestra, donde hace contacto con las pinzas de la máquina de pruebas de tensión. Se debe tomar la medida del espesor antes de realizar la prueba, en uno de los extremos de la muestra en donde se haya removido el revestimiento.

7.2.1.3 El espesor del metal base se debe determinar mediante restar el espesor del revestimiento, del espesor que se midió en la muestra de prueba de tensión. El espesor del revestimiento se debe calcular a partir de la prueba de masa (peso) del revestimiento.

## 8. PRUEBAS PARA PROPIEDADES DEL REVESTIMIENTO

8.1 *Masa [peso] del revestimiento:*

8.1.1 La masa del revestimiento [peso] debe cumplir con los requisitos prescritos en las especificaciones individuales del producto (consulte 1.3).

8.1.2 La masa del revestimiento [peso] se ordena como requisito total de ambos lados o, si se solicita en aquellas especificaciones del producto que lo permitan, a requisitos de masa de revestimiento de un solo lado/una sola pasada.

8.1.3 Requisitos totales de ambos lados

8.1.3.1 La masa [peso] del revestimiento de un producto revestido equitativamente es la cantidad total de ambos lados de la lámina, expresada en gramos por metro cuadrado [onzas por pie cuadrado] de lámina.

8.1.3.2 Para un producto con revestimiento de forma diferencial, la masa [peso] del revestimiento en cada superficie es nominalmente la mitad de la designación establecida de revestimiento.

8.1.4 Requisitos de un solo lado / punto simple

8.1.4.1 La masa de revestimiento para cada superficie se debe especificar de forma separada, por ejemplo, 180Z180Z (60G60G), y cada prueba de punto simple debe cumplir los requerimientos especificados según la designación del revestimiento.

8.2 *Pruebas de Masa [peso] del Revestimiento*-Se debe utilizar uno de los métodos de prueba siguientes:

8.3 *Método de Pesar-Remover-Pesar:*

8.3.1 El método de pesar-remover-pesar, descrito en los Métodos de Prueba ASTM A90/A90M, A309 y A428/A428M, es una prueba destructiva que determina la masa [peso] del revestimiento al medir la diferencia de masas [pesos] entre una muestra revestida y una sin revestimiento. Si una superficie se protege adecuadamente durante la remoción inicial, la masa [peso] del revestimiento se puede determinar para cada superficie de forma independiente.

8.3.2 Las muestras de prueba para los producto de más de 450mm [18 pulgadas] de ancho se deben tomar de una muestra representativa de aproximadamente 300mm [1 pie] de largo por el ancho asociado. Se deben tomar tres muestras pequeñas de la muestra, una de la parte de en medio del ancho y una en cada borde. Las muestras del borde no se deben tomar a menos de 50mm [2 pulgadas] de cada borde. La muestra de prueba debe tener un área mínima de 3200 mm<sup>2</sup> [5 pulgadas<sup>2</sup>].

8.3.3 Para productos con un ancho de 450mm [18 pulgadas] o menos, sólo es necesaria una muestra. Las muestras deben ser tomadas a no menos de 50mm [2 pulgadas] a partir del borde, cuando sea posible. Para productos más angostos que 60mm [2.25 pulgadas] la muestra de prueba debe tener un área mínima de 3200 mm<sup>2</sup> [5 pulgadas<sup>2</sup>].

8.3.4 La masa [peso] de revestimiento en triple punto debe ser el promedio de las determinaciones de tres pruebas hechas de acuerdo con los procedimientos de 8.3.2.

8.3.5 El valor total mínimo de masa [peso] de revestimiento de ambos lados en punto simple, debe ser aquel resultado de de masa [peso] de revestimiento más ligero (menor), o en aquellos casos en donde solamente es necesaria una prueba, debe ser ese resultado de prueba.

8.3.6 La masa del revestimiento de un solo lado / un solo punto, debe cumplir tanto con el límite inferior como con el superior de la designación específica del revestimiento.

8.3.7 La frecuencia del muestreo debe ser suficiente para poder describir adecuadamente el lote del material sobre el cual se realiza la prueba.

8.4 *Método por Fluorescencia de Rayos X:*

8.4.1 El método de fluorescencia de rayos X es una prueba no destructiva que determina la masa del revestimiento [peso] al convertir las medidas de la fluorescencia de rayos X a valores de masa de revestimiento [peso]. Los calibradores de fluorescencia de rayos X se pueden utilizar como instrumentos de laboratorio fuera de línea o como un medio de pruebas continuas en línea para cumplir con los requisitos de masa [peso] de revestimiento, o de ambas formas.

8.4.2 *Pruebas Fuera de Línea*-Los calibradores de fluorescencia de rayos X se pueden utilizar como instrumentos de laboratorio fuera de línea para probar la masa [peso] del revestimiento provisto, que han sido calibrados de acuerdo con el Método de Prueba ASTM A754/A754M y que se han utilizado los lugares para las pruebas de las muestras según se describe en 8.3.2 o en 8.3.3.

8.4.3 *Pruebas en Línea*-Cuando los calibradores de fluorescencia de rayos X se utilizan para pruebas en línea, se deben operar de acuerdo con ASTM A754/A754M. Se deben efectuar un mínimo de cinco barridos transversales de ancho completo tomados aleatoriamente, para caracterizar cada bobina evaluada.

8.4.3.1 La masa [peso] de revestimiento de tres puntos de una bobina se debe determinar utilizando el siguiente procedimiento: a partir de las lecturas individuales de borde, centro, borde suministradas por al menos cinco cortes transversales al ancho completo, calcular el promedio de un borde, el

promedio del centro, y el promedio del otro borde. Estos tres resultados deberán luego ser promediados para obtener el promedio de triple punto de la bobina.

8.4.3.2 La masa [peso] total mínimo del revestimiento de un solo punto debe ser la masa [peso] de revestimiento más ligero (menor) obtenido de las mediciones individuales de borde, centro, borde provisto por al menos cinco cortes transversales (el más ligero de al menos quince lecturas -cinco de un borde, cinco del centro y cinco del otro borde).

8.4.3.3 La masa de revestimiento mínima de un solo lado / un solo punto debe ser la masa de revestimiento más ligera obtenida en las lecturas provistas por al menos cinco cortes transversales completos.

8.5 *Prueba de Flexión del Revestimiento-Consulte la especificación individual del producto.*

8.5.1 Las muestras para la prueba de flexión del revestimiento deben ser de 50 a 100mm [2 a 4 pulgadas] de ancho. La muestra no se debe cortar a menos de 50mm [2 pulgadas] de los borde de la lámina de prueba.

## 9. DIMENSIONES Y VARIACIONES PERMISIBLES

9.1 Las variaciones permitidas de las dimensiones deben cumplir con los límites aplicables en los Cuadros 2-15.

9.2 El cuadro de tolerancias de espesores para mediciones tomadas a 10mm (3/8 de pulgada) del borde se encuentran en Requisitos complementarios, sección S1 de la presente especificación. Consulte la especificación apropiada del producto para obtener instrucciones sobre cómo especificar este cuadro.

9.3 *Embobinado:*

9.3.1 Las bobinas con revestimiento metálico típicamente se embobinan con la intención de que las paredes laterales sean nominalmente rectas, es decir, que los bordes de cada vuelta de la bobina estén nominalmente a la misma altura con los otros, a ambos lados de la bobina. Sin embargo, algunas veces las circunstancias hacen necesario producir bobinas que tengan intencionalmente un movimiento cíclico hacia adelante y atrás con patrón cruzado escalonado en ambas paredes, y en toda la bobina. El comprador deberá comunicarse con el productor si requiere algún límite en el escalonado del embobinado, o requiere de este.

9.4 *Tolerancias de planeza:*

9.4.1 Las tolerancias de planeza para láminas se encuentra en el Cuadro 9 y en el Cuadro 10 para láminas especificadas con planeza restringida. Los Cuadros 11 y 12 contienen tolerancias de planeza para materiales grados SS, HSLAS y HSLAS-F.

9.4.2 Las técnicas de medición de características de planeza están descritas en la práctica ASTM A1030/A1030A.

9.4.3 Dos métodos alternativos para determinar la planeza son el uso de unidades I y % de planeza (steepness, en inglés). La descripción de estos dos métodos alternativos se encuentra en la práctica ASTM A1030/A1031M.

9.4.3.1 El uso de “unidades l” ó del % de planeza (steepness, en inglés) como estándar de planeza, está sujeto a negociación entre el comprador y el productor.

9.4.3.2 Las técnicas de medición para unidades l y % de planeza, y los límites de rechazo, están sujetos a negociación entre el comprador y el productor.

#### 9.5 Longitud:

9.5.1 Las láminas pueden suministrarse en largos específicos (a solicitud del comprador y previo acuerdo con el fabricante), o bien comercializarse empleando largos estándar.

9.5.1.1 *Largos Estándar para Láminas Cortadas:* se definen los siguientes largos como estándar, según el tipo de producto:

a) Lámina Acanalada (Ondulada). Largos: 1.83m (6 pies); 2.13m (7 pies); 2.44m (8 pies); 2.74m (9 pies); 3.05m (10 pies); 3.66m (12 pies) y 4.27m (14 pies).

b) Lámina Lisa de ancho 904mm, 914mm ó 1219mm. Largos: 1.83m (6 pies) y 2.44m (8 pies).

#### 9.6 Corrugaciones:

9.6.1 La lámina corrugada (conformada) para techos y tabiques se produce en diferentes perfiles, entre los cuales están la ondulada (acanalada, de forma sinusoidal), rectangular (crestas y valles rectangulares), con perfil en V y otros.

#### 9.6.2 Formas de las Corrugaciones:

9.6.2.1 Las láminas corrugadas (o conformadas) para techos y tabiques se pueden producir en diferentes formas de corrugación (ondulada o sinusoidal, rectangular, entre otros), con diferentes ángulos de inclinación y profundidad de la corrugación.

#### 9.6.3 Tolerancias en las dimensiones de las ondulaciones:

9.6.3.1 La profundidad de las ondulaciones de las láminas acanaladas no deberán estar por debajo de la profundidad especificada por el fabricante en mas del 5%.

#### 9.6.4 Cobertura neta del ancho de la lámina (Ancho de cobertura / Ancho útil):

9.6.4.1 La cobertura neta del ancho de la lámina galvanizada ondulada para techos y tabiques deberá cumplir con lo que se indica en el Cuadro 16.

9.6.4.2 No se han establecido tolerancia para el ancho total de la lámina puesto que el ancho de cobertura es el factor gobernante para la lámina ondulada o acanalada.

9.6.4.3 La tolerancia en el ancho de cobertura para la lámina acanalada más comúnmente usada (de 700 mm de ancho (27.56 pulgadas)), no deberá exceder en más de 15 mm (5/8 de pulgada).

## 10. ACABADO Y CONDICIÓN

10.1 La lámina metálica que se utiliza para aplicaciones en donde la apariencia de la superficie y la textura controlada de la superficie es de importancia primaria, se debe ordenar como "extra lisa".

10.2 La lámina con revestimiento metálico, cuando se ordena con floreado regular o minimizado, no está sujeta a restricciones de textura de superficie.

10.3 Pueden presentarse quiebres, deformaciones y tableaduras en el material, el consumidor debe comunicarse con el productor para revisar el uso particular del material.

10.4 La lámina con revestimiento metálico en bobina está sujeto a presentar quiebres cuando es embobinada en un diámetro interior menor del que es compatible con el espesor de la lámina. Hay otros factores que también afectan esta tendencia a la presencia de quiebres. El consumidor debe comunicarse con el productor para revisar el uso particular para la aplicación que se requiere.

## 11. ACEITADO

11.1 Los productos con revestimiento metálico que se incluyen dentro de la presente especificación se pueden proveer aceitados o no aceitados.

## 12. CALIDAD

12.1 *Condiciones de la superficie:*

12.1.1 Las piezas cortadas (láminas) con revestimiento metálico deben tener una apariencia agradable (profesional) y no deben tener imperfecciones de naturaleza o de cualificación para el producto, grado, clase y designación que se ordenó y que sea perjudicial para la fabricación o la funcionalidad o de ambos, para la pieza terminada.

12.1.2 Las bobinas con revestimiento metálico puede contener algunas imperfecciones anormales en alguna porción de bobina y que origine que esta parte sea inutilizable, esto es debido a que durante la inspección de bobinas ésta no aportan al productor la misma oportunidad de remover las porciones que contienen las imperfecciones, como lo es en el caso de las piezas cortadas.

## 13. REPETICIÓN DE PRUEBAS Y DISPOSICIÓN DEL MATERIAL QUE NO CUMPLE CON LOS REQUISITOS

13.1 *Repetición de Pruebas:*

13.1.1 Al menos que se prohíba otra cosa en la especificación del producto, se permite repetir pruebas bajo las siguientes circunstancias:

13.1.1.1 Si alguna muestra para prueba de tensión muestra defectos de manufactura o desarrolla imperfecciones, se debe desechar y sustituirlo por otra muestra.

13.1.1.2 Se permite repetir la prueba si el porcentaje de elongación de cualquier muestra para prueba de tensión es menor que la especificada y cualquier parte de la fractura está a más de 20mm [3/4 pulgada] del centro de una muestra de largo 50mm [2 pulgadas], o si está afuera de la mitad de la longitud del calibrador de una muestra de 200mm [8 pulgadas] de largo, como lo indican las marcas que aparecen en la muestra antes de realizar la prueba.

13.1.1.3 Se permite repetir el ensayo si el resultado de la misma, de cualquier muestra de prueba de tensión no cumple los requisitos de la especificación y la falla es resultado de la aplicación inadecuada de los procedimientos de prueba de tensión.

13.1.1.4 Si el resultado del ensayo de una muestra de prueba de tensión original no cumple con los requisitos de la especificación y la falla no está relacionada con las condiciones descritas en 13.1.1.1, 13.1.1.2 y 13.1.1.3, pero los resultados están dentro de 14 MPa [2 ksi] del límite de elasticidad requerido, dentro 14 MPa [2 ksi] de la fuerza de tensión requerida, o dentro de 2 puntos porcentuales de la elongación requerida, se debe permitir repetir la prueba una vez para reemplazar la prueba fallida.

13.1.2 La muestra de la prueba repetida se debe tomar adyacente a la primera muestra fallida o seleccionar de forma aleatoriamente del material a certificarse según la especificación.

13.1.3 Si los resultados de una prueba repetida satisfacen los requisitos de prueba de tensión especificados y todos los otros requisitos de la especificación aplicable están satisfechos, se debe aceptar el material.

13.2 *Eliminación de material No Conforme (no cumple con requisitos):*

13.2.1 En dichos casos en donde el lote no cumple con los requisitos y la especificación no prohíbe tomar otras muestras, se permite tomar otras bajo las siguientes circunstancias y utilizar las siguientes prácticas:

13.2.1.1 Si los resultados de una prueba o repetición de prueba de tensión original no satisfacen los requisitos de la especificación y los resultados fallidos no están relacionados con las condiciones descritas en 13.1, el lote se debe poner en cuarentena y se le debe tomar otra muestra para certificar el material que no cumple con los requisitos de la especificación.

13.2.1.2 La nueva toma de muestra para la certificación del material que no cumple con los requisitos debe incluir la eliminación de material que está fuera de la especificación y el nuevo muestreo del lote. El nuevo muestreo debe ser apropiado para la condición específica de "fuera de especificación" y el historial de procesamiento del lote.

13.2.1.3 Se permite un máximo de dos muestres adicionales. Si, después de conducir dos muestreos, el material no satisface los requisitos de la especificación, se debe rechazar el lote.

## 14. INSPECCIÓN

14.1 El productor debe proporcionarle, al inspector del comprador, acceso razonable a las instalaciones para asegurar que el producto se fabrica según la presente especificación. Al menos que se especifique algo distinto, toda la inspección y las pruebas, a excepción del análisis del producto, se deben realizar en las instalaciones del productor previo al envío. Dicha inspección o muestreo se debe realizar de forma concurrente con la inspección regular del productor y las operaciones de prueba, al menos que cause interferencia con las operaciones normales o se especifique de otra forma.

14.2 *Responsabilidad de Inspección*-Al menos que se especifique algo distinto en el contrato o en la orden de compra, el productor es responsable del desempeño de los requisitos de inspección, según se especifica en el presente documento. Excepto cuando se especifique algo distinto en el contrato o en la orden, se debe utilizar las instalaciones del productor o cualquier otra instalación adecuada para la realización de los requisitos de inspección. El comprador reserva el derecho de realizar cualquier inspección que conste dentro de la presente especificación para asegurar suministros y servicios según los requisitos prescritos.

## 15. RECHAZO Y AUDIENCIA

15.1 Al menos que se especifique otra cosa, todo rechazo se debe reportar al productor dentro de un tiempo razonable después de que el comprador recibió el producto.

15.2 Todo producto que se reporte como inaceptable después del envío a la planta del comprador, se debe apartar, proteger de forma adecuada e identificar correctamente. Se le debe notificar al productor tan pronto como sea posible para permitir una investigación oportuna.

15.3 Las muestras que son representativas del producto rechazado se deben poner a disposición del productor. En caso que el productor no esté satisfecho con el rechazo, se debe solicitar una audiencia.

## 16. CERTIFICACIÓN

16.1 Cuando el comprador lo solicite en la orden de compra, se le debe proporcionar un certificado de cumplimiento o un informe de prueba, o ambos.

16.1.1 El certificado de cumplimiento debe incluir una certificación que el producto ha sido fabricado y probado de acuerdo con los requisitos de la especificación del producto, y que los resultados de prueba cumplen con los requisitos de dicha especificación.

16.1.2 El informe de prueba debe mostrar el análisis de colada y los resultados de todas las pruebas requeridas en la especificación del producto y la orden.

16.1.3 Estos documentos debe proporcionar información necesaria para identificar el producto representado; por ejemplo, el nombre del fabricante o la marca, la especificación NTG, la designación del revestimiento, grado (cuando sea requerido), espesor ordenado, ancho, largo (longitud de corte) e identificación de unidad (número de colada, número de bobina, etc.).

16.1.4 No es necesaria una firma. Sin embargo, los documentos de certificación debe identificar claramente la organización que presenta la información. Aunque la firma esté ausente, la organización que presenta los documentos es responsable de la exactitud de la información.

16.2 El certificado de cumplimiento o el informe de prueba, o ambos, no debe restringir el derecho del comprador de muestrear y probar el producto suministrado.

## 17. EMPAQUE Y MARCAJE DEL EMPAQUE

17.1 Es una práctica común utilizar los métodos de empaque como se enumera en la última versión de Prácticas ASTM A700, pero el comprador tiene permitido especificar otros métodos de empaque.

17.2 Como requisito mínimo, el producto debe estar identificado con el nombre del fabricante o con la marca, la especificación NTG, designación de revestimiento, grado, tamaño, peso de la unidad, número de la orden de compra y la identificación de la unidad (o sea, el número de boleta, número de bobina, etc.) de forma legible en una etiqueta adherido a cada bobina o unidad d envío.

17.3 La mayoría de productores tienen la capacidad de estampar con tinta la lámina con revestimiento metálico con su logo y la especificación NTG pertinente cuando se ordena ya sea en bobina o en piezas. Debido a que muchos de los productos con revestimiento metálico estampan con

tinta permanente (no soluble en el agua), el comprador debe ser muy específico cuando coloca una orden sobre los requisitos de marcas sobre la lámina.

17.4 La orden de compra debe incluir las instrucciones de carga específicas.

## 18. DESCRIPTORES

18.1 hierro/acero con revestimiento de aluminio; acero con revestimiento de aleación aluminio-cinc, 55%; revestimiento; revestimientos-55% aluminio-cinc; revestimientos-aluminio; revestimientos-inmersión en caliente; revestimientos-metálico; revestimientos-metal Terne; revestimientos-cinc - 5% aluminio; revestimientos - cinc (inmersión en caliente); revestimientos-cinc-aluminio-magnesio; corrosión; inmersión en caliente; revestimiento metálico; lámina; acero; productos de acero-revestimientos por inmersión en caliente; lámina de acero-revestimiento de aluminio; lámina de acero-revestimiento terne; lámina de acero - revestimiento de aleación de cinc-aluminio-magnesio; lámina de acero-revestimiento de cinc (galvanizado); acero con revestimiento de aleación cinc-aluminio-magnesio; hierro/acero con revestimiento de cinc.

**CUADRO 1 - Tolerancias para análisis de producto**

Elemento	Límite o máximo del elemento especificado, %	Tolerancia	
		Límite debajo del mínimo	Límite sobre el máximo
Carbón	Hasta 0.15, incluso	0.02	0.03
	Más de 0.15 a 0.40, incluso	0.03	0.04
	Más de 0.40 a 0.80, incluso	0.03	0.05
Manganeso	Hasta 0.60, incluso	0.03	0.03
	Más de 0.60 a 1.15, incluso	0.04	0.04
	Más de 1.15 a 1.65, incluso	0.05	0.05
Fósforo	...	...	0.01
Azufre	...	...	0.01
Silicio	Más de 0.30, incluso	0.02	0.03
	Más de 0.30 a 0.60	0.05	0.05
Cobre	...	0.02	...
Titanio	Hasta 0.10, incluso	0.01 <sup>A</sup>	0.01
Vanadio	Hasta 0.10, incluso	0.01 <sup>A</sup>	0.01
	Más de 0.10 a 0.25, incluso	0.02	0.02
	Mínimo sólo especificado	0.01	...
Colombio	Hasta 0.10, incluso	0.01 <sup>A</sup>	0.01

<sup>A</sup> Si el mínimo del rango es 0.01%, la tolerancia inferior es 0.005%

### CUADRO 2 - Tolerancias de espesor para láminas con revestimiento metálico por inmersión en caliente - distancia mínima del borde 25mm

**Nota 1**-El espesor de la lámina revestida incluye el metal base y el revestimiento y se mide en cualquier punto por todo el ancho de la lámina revestida a no menos de 25mm de un borde lateral.

**Nota 2**-Los micrómetros que se utilicen para mediciones de espesor se deben construir con yunque y tambor de bobinado que tengan diámetros mínimos de 4.80mm. La punta del yunque debe ser plana o redondeada con un mínimo de radio de curvatura de 2.55mm y la punta del tambor de bobinado debe ser plana. Los micrómetros con puntas cónicas no se debe utilizar la realizar mediciones de espesor de láminas de acero.

	Espesor ordenado especificado, mm <sup>A</sup>					
	0.4 y menor	Más de 0.4 hasta 1.0, incluso	Más de 1.0 hasta 1.5, incluso	Más de 1.5 hasta 2.0, incluso	Más de 2.0 hasta 2.5, incluso	Más de 2.5 hasta 5.0, incluso
	Tolerancias de espesores, más de, pulgadas, sin tolerancia debajo <sup>C</sup>					
Hasta 1500, incluso	0.08	0.10	0.13	0.15	0.30	0.34
Más de 1500	0.08	0.10	0.13	0.15	0.34	0.34

<sup>A</sup> El rango de espesor especificado aplica independientemente si el espesor ordenado se estableció como un nominal o un mínimo. B

<sup>B</sup> Si se utiliza sustrato laminado en caliente, el vendedor tiene permitido abastecer con una tolerancia de espesor total de 0.23mm, provisto que el comprador está notificado y está de acuerdo.

<sup>C</sup> Las tolerancias provistas en la Cuadro están basadas en un espesor mínimo (tolerancia sobre, sin tolerancia debajo). Para espesor nominal, la tolerancia se divide equitativamente sobre y debajo (tolerancia sobre, tolerancia debajo).

### CUADRO 3 - Tolerancias de ancho para lámina, bobina y piezas cortadas con revestimiento metálico por inmersión en caliente, sin cuadrar

Ancho especificado, mm		Tolerancia sobre ancho especificado, sin tolerancia por debajo, mm
Más de	Hasta	
300	600	3
600	1200	5
1200	1500	6
1500	1800	8

### CUADRO 4 - Tolerancias de longitud para lámina cortada en piezas con revestimiento metálico por inmersión en caliente, sin cuadrar

Largo especificado, mm		Tolerancia sobre largo especificado, sin tolerancia por debajo, mm
Más de	Hasta	
300	1500	6
1500	3000	20
3000	6000	35
6000	...	45

### CUADRO 5 - Tolerancias de comba para lámina con revestimiento metálico por inmersión en caliente

**Nota 1**-La comba es la mayor desviación de un borde lateral, en donde la medida se toma del lado cóncavo con una superficie plana.

**Nota 2**-Las tolerancias de comba para lámina cortada en piezas, sin cuadrar, como aparece en la siguiente Cuadro.

Para bobinas de más de 300 mm de ancho		
Longitud de corte, mm		Tolerancia de la comba, <sup>A</sup> mm
Más de	Hasta	
...	1200	4
1200	1800	5
1800	2400	6
2400	3000	8
3000	3700	10
3700	4300	13
4300	4900	16
4900	5500	19
5500	6000	22
6000	9000	32
9000	12200	38

<sup>A</sup> La tolerancia de comba para lámina en bobina es de 25 mm por cada 6000 mm, a excepción a lo que aparece en la Cuadro 14.

**CUADRO 6 - Tolerancias de diámetro para lámina revestimiento metálico por inmersión en caliente, círculos cortados**

Espesor especificado, mm		Tolerancia sobre diámetro especificado, sin tolerancia por debajo, mm		
		Diámetros		
Más de	Hasta	Hasta 600	Más de 600 hasta 1200	Más de 1200
...	1.5	1.5	3.0	5.0
1.5	2.5	2.5	4.0	5.5
2.5	...	3.0	5.0	6.5

**CUADRO 7 - Tolerancias de fuera de escuadra para lámina con revestimiento metálico por inmersión en caliente y cortada en piezas, sin re-escuadrar**

**Nota 1**-El Fuera de Escuadra es la mayor desviación obtenida al medir las distancias diagonales desde el extremo de un borde (esquina) del material, hasta la esquina de lado y largo opuesto, en ambas diagonales. También se obtiene al medir la diferencia entre las diagonales de la longitud cortada. La desviación de fuera de escuadra es la mitad de dicha diferencia.

Unidades SI
Las tolerancias de las longitudes cortadas de todos los espesores y todos los tamaños es de 1.0 mm por cada 100 mm de ancho o fracción de éste.

**CUADRO 8 - Tolerancias de escuadras para lámina con revestimiento metálico por inmersión en caliente, sin re-escuadrar**

**Nota 1**-Cuando se especifica que las piezas cortadas estén en escuadra, el ancho y la longitud no deben ser menores que la dimensiones especificadas. La tolerancia individual para un ancho mayor, la longitud, la comba y el fuera de escuadra no deben exceder los valores establecidos.

Unidades SI
No debe exceder de 1.6 mm para piezas cortadas de ancho hasta 1200mm, incluso, y hasta largos de 3000 mm, incluso. Para piezas cortadas más anchas o más largas, la tolerancia aplicable es de 3.2 mm.

**CUADRO 9 - Tolerancias de planeza para lámina con revestimiento metálico por inmersión en caliente, cortada en piezas**

**Nota 1**-Esta Cuadro aplica para todas las designaciones, excepto SS, HSLAS y HSLAS-F.

**Nota 2**-Esta Cuadro también aplica a lámina cortada por piezas a partir de bobinas por el consumidor, cuando se realizan la medidas adecuadas de aplanado.

Espesor especificado, Mm	Ancho especificado, mm		Tolerancia de planeza, <sup>A</sup> mm
	Más de	Hasta	
Hasta 1.0	300	900	10
	900	1500	15
	1500	...	20
Más de 1.0	300	900	8
	900	1500	10
	1500	1800	15
	1800	...	20

<sup>A</sup> Desviación máxima de la superficie plana horizontal.

**CUADRO 10 - Tolerancias de planeza especificada para planeza restringida para lámina con revestimiento metálico por inmersión en caliente, cortada en piezas**

**Nota 1**-Este Cuadro aplica para todas las designaciones, excepto SS, HSLAS y HSLAS-F.

Espesor especificado, mm	Ancho especificado, mm	Longitud especificada, mm	Tolerancia de planeza, <sup>A</sup> mm
0.35 hasta 0.8	Hasta 900	Hasta 3000	8
Más de 0.8	Más ancho o Hasta 1200	Más largo Hasta 3000	10
	Más ancho o	Más largo	5
			8

<sup>A</sup> Desviación máxima de la superficie plana horizontal.

**CUADRO 11 - Tolerancias de planeza para acero estructural (solamente piezas cortadas)**

**Nota 1**-Esta Cuadro sólo aplica a láminas cortadas en piezas a partir de bobinas, cuando se realiza una medición adecuada de planeza.

**Nota 2**-Para grado 340 [50] (clases 1, 2, 3 y 4) utilice 1 1/2 veces el valor dado en este Cuadro.

**Nota 3**-Para grado 550 [80], no hay estándares de planeza definidos.

Espesor especificado, mm	Ancho especificado, mm	Tolerancia de planeza (desviación máxima de una superficie plana horizontal), mm
Más de 1.5mm	Hasta 1500, incluso	12
1.5mm y menor	Más de 1500 hasta 1800, incluso	20
	Hasta 900, incluso	12
	Más de 900 hasta 1500, incluso	20
	Más de 1500 hasta 1800, incluso	25

**CUADRO 12 - Tolerancias de planeza para aceros de aleación baja y alta dureza y acero de aleación baja y alta dureza con ductilidad mejorada (sólo para piezas cortadas)**

**Nota 1**-Esta Cuadro sólo aplica a láminas cortadas en piezas a partir de bobinas, cuando se realiza una medición adecuada de planeza.

		Tolerancias de planeza (desviación máxima desde una superficie plana horizontal), mm				
		Grado				
		275	340	380 (clases 1 y 2) 410	480	550
Más de 1.5	Hasta 1500, incluso	15	20	22	25	30
1.5 y más angosto	Más de 1500	25	30	32	35	38
	Hasta 900, incluso	15	20	22	25	30
	Más de 900 hasta 1500, incluso	25	30	32	35	33
	Más de 1500	35	38	40	45	48

**CUADRO 13 - Tolerancias de anchos, para materiales de anchos angostos, láminas, bobina y piezas cortadas con revestimiento metálico por inmersión en caliente, sin re-escuadrar**

**Nota 1**-Este Cuadro aplica para anchos que se producen al cortar láminas más anchas.

**Nota 2**-El rango especificado de anchos que aparecen a continuación también se aplica cuando la lámina tiene tolerancia de ancho para arriba, pero no para abajo. En dichos casos, las tolerancias establecidas se duplican.

**Nota 3**-Se ha encontrado que las tolerancias basadas en la práctica, generalmente las siguen los productores.

Ancho especificado, mm		Tolerancia de ancho, sobre y debajo, mm
Más de	Hasta	
50	100	0.3
100	200	0.4
200	300	0.8

**CUADRO 14 - Tolerancias de longitud-anchos estrechos para lámina con revestimiento metálico por inmersión en caliente, cortada en piezas, sin re-escuadrar**

**Nota 1**-Este Cuadro aplica a anchos de 50 a 300mm, inclusive, que se producen al cortar láminas más anchas.

Longitud especificada, mm		Tolerancia sobre la longitud especificada, sin tolerancia por debajo, mm
Más de	Hasta	
600	1500	15
1500	3000	20
3000	6000	25

**CUADRO 15 - Tolerancias de comba, para materiales de anchos angostos, para lámina con revestimiento metálico por inmersión en caliente, en bobinas**

**Nota 1**-Este Cuadro aplica a anchos de 2 a 12 pulgadas [50 a 300 mm] incluso, que se producen al cortar una lámina más ancha.

La tolerancia de comba es de 5.0 mm por cada 2000 mm.
---

**CUADRO 16 - Tolerancias de comba-anchos angostos para lámina con revestimiento metálico por inmersión en caliente, en bobinas**

Ancho de cobertura en milímetros	Discrepancia superior e inferior, en milímetros
Lámina ondulada comercial (700 mm de ancho de cobertura)	+/- 10 mm
Hasta 920mm, inclusive	
Mayor de 920mm hasta 1220mm, inclusive	

**REQUISITOS ADICIONALES**

**TOLERANCIAS DE ESPESOR**

Los siguientes requisitos adicionales se debe aplicar solamente cuando se especifique en la orden de compra o en el contrato.

**APÉNDICES**

**CUADRO S1.1 - Tolerancias de espesor para lámina con revestimiento metálico por inmersión en caliente – 10mm [3/8 pulgada] de distancia mínima del borde.**

**NOTA 1**-El espesor de la lámina con revestimiento incluye el metal base y el revestimiento y se mide en cualquier punto a lo largo del ancho de la lámina revestida, a no menos de 10 mm [3/8 pulgada] del borde.

**NOTA 2**-Los micrómetros que se utilicen para medir el espesor se deben fabricar con yunques y husos con un diámetro mínimo de 4.80 mm. La punta del yunque debe ser plana o redonda con un radio mínimo de curvatura de 2.55 mm y la punta del huso debe ser plana. Los micrómetros con puntas cónicas no se deben utilizar para medir el espesor del acero de las láminas.

Ancho especificado, mm		Espesor ordenado especificado, mm <sup>B,D</sup>					
Más de	Hasta	Hasta 0.4	Más de 0.4 hasta 1.0	Más de 1.0 hasta 1.5	Más de 1.5 hasta 2.0	Más de 2.0 hasta 2.5	Más de 2.5 hasta 5.0
Tolerancias de espesor, sobre, mm, sin tolerancia por debajo <sup>C</sup>							
...	1500	0.16	0.20	0.26	0.30	0.40	0.46
1500	...	0.16	0.20	0.26	0.30	0.46	0.46

<sup>A</sup> El espesor se mide en cualquier punto a lo largo del ancho a no menos de 3/8 de pulgada del borde lateral.

<sup>B</sup> El rango de espesor especificado aplica independientemente si el espesor ordenado está establecido como nominal o como mínimo.

<sup>C</sup> Las tolerancias provistas en la Cuadro están con base en un espesor mínimo (tolerancia sobre, sin tolerancia debajo de). Para el espesor nominal, la tolerancia se divide de forma equitativa entre sobre y debajo (tolerancia sobre, tolerancia debajo)

<sup>D</sup> El espesor se mide en cualquier punto a lo largo del ancho a no menos de 10 mm del borde lateral.

**(Información no obligatoria)**

**X1. INFORMACIÓN DEL PRODUCTO**

X1.1 *Medición de espesor de revestimiento con calibradores magnéticos* - Se puede obtener una estimación razonable de la masa [peso] de revestimiento al convertir las mediciones de espesor del revestimiento hechas con calibradores magnéticos. Se puede obtener una exactitud del +/-15% para determinar el espesor al seguir la práctica recomendada para instrumentos magnéticos que se describe en la Práctica ASTM E376. Esta prueba se puede utilizar como base para su aceptación, pero el rechazo lo determinarán las pruebas de peso de revestimiento descritas en la sección 8.

## X2. TRATAMIENTOS QUÍMICOS APLICADOS DURANTE LA PRODUCCION DE LÁMINAS DE ACERO CON REVESTIMIENTO METÁLICO

X2.1 Los tratamientos químicos para bobinas con revestimiento metálico que se describen en la presente sección del apéndice son específicos para aquellos que requieran poco tiempo de reacción, pueden ser aplicación con rodillo (inundación y prensa o revestimiento químico) y secado con un simple sistema de calor al final de la línea de revestimiento metálico. Esto es en contraposición a aquellos que requieren baños de inmersión de varios pasos y tiempos de reacción más largos, típicamente utilizados en líneas de pintura de bobinas. Los productos están divididos en tres grupos en base a las siguientes características: (1) solamente protección de superficie, (2) mejora de la ductilidad y (3) una combinación de protección de superficie y mejora de ductilidad.

### X2.2 Mejora de la ductilidad

X2.2.1 *Revestimientos de Fosfato Secados en el Lugar*-Estos cristales de fosfato micro cristalinos tricatiónicos de tres metales [Zn-Mn-Ni] se aplican como un tratamiento de superficie dentro de un rango de pesos de revestimiento entre 0.5-1.5g/m<sup>2</sup>. La aplicación generalmente se realiza a partir de una solución acuosa utilizando un par de rodos de hule. La superficie revestida se seca utilizando un IR simple o un horno convencional, calentando la franja a una temperatura lo suficientemente alta como para eliminar el agua. El revestimiento de fosfato usualmente se lubrica utilizando un equipo simple de lubricación para inhibir la corrosión y la humedad que los cristales de fosfato retuvieron durante el transporte y el almacenamiento. Este tipo de revestimiento se aplica para ayudar a la ductilidad (maleabilidad). Una vez formados, estos productos están limpios y fosfatados antes de la pintura.

X2.2.2 *Lubricantes de Jabón*-Los lubricantes de jabón de base alcalina se pueden aplicar con rodillos con una solución acuosa y secado para eliminar el agua. Los pesos de los revestimientos varían por aplicación. Estos materiales se utilizan para mejorar la ductilidad. La retención de humedad es un problema en los ambientes húmedos y puede provocar la corrosión de la superficie y pequeñas obturaciones durante la operación de formado. Los jabones se utilizan comúnmente sobre superficies prepintadas y pigmentadas en exceso.

### X2.3 Protección de la Superficie

X2.3.1 *Revestimientos de Pasivación Inorgánica base Cromo*-Estos revestimientos se aplican con spray/prensa o con rodillos, con una solución acuosa que contiene Cr<sup>+6</sup> ó Cr<sup>+3</sup>. Los revestimientos que contienen Cr<sup>+6</sup> son pasivadores verdaderos que se utilizan como protección contra manchas por almacenamiento o corrosión por tránsito y se aplica entre 1-3 gr/m<sup>2</sup>. Poco después de la aplicación, la mayor parte del Cr<sup>+6</sup> se oxida a Cr<sup>+3</sup>. El Cr<sup>+6</sup> restante permite de nuevo la pasivación cuando la superficie está dañada de forma mínima (rayada), y provee una capacidad única de auto mejora. Sin embargo, en periodos largos de tiempo, el Cr<sup>+6</sup> se oxida completamente a Cr<sup>+3</sup>. Estos materiales generalmente no se pueden pintar sin técnicas extremas de eliminación. El mecanismo de pasivación de Cr<sup>+3</sup> es similar, pero más difícil de alcanzar. Por lo tanto, al ser los revestimientos de Cr<sup>+3</sup> menos efectivos, se aplican con pesos de revestimiento de 3-5 veces más grandes que las versiones de Cr<sup>+6</sup>. Muchos de los revestimientos en base a Cr<sup>+3</sup> se pueden pintar y utilizan métodos de limpieza normales.

X2.3.2 *Revestimientos Orgánicos a base de Cromo*-Generalmente aplicados con soluciones de polímero acrílico que contienen Cr<sup>+6</sup> o Cr<sup>+3</sup>. Estos revestimientos se aplican en un rango de peso de revestimiento de 3-5 gr/m<sup>2</sup>. Se recomienda aplicación y secado antes de embobinar. Las características incluyen la reducción o eliminación de la corrosión por almacenamiento o tránsito. Aunque algunos de estos productos se pueden pintar dentro de un periodo de tiempo prescrito, se recomienda verificarlo con el proveedor en relación a la durabilidad del producto después de la pintura.

X2.3.3 *Revestimientos Sin Cromo*-Los revestimientos libres de cromo se pueden fabricar a partir de materiales tanto orgánicos como inorgánicos que se pueden pigmentar con fosfatos de calcio, fosfatos de sílice y titanio, etc. Estos son aplicados por rodillos desde una solución y luego se secan. Aunque muchos de estos revestimientos se pueden pintar posteriormente, se recomienda verificar la durabilidad de los sistemas particulares de cada fabricante.

**X2.4 Mejora de Ductilidad y Protección de Superficies**

X2.3.1 *Revestimientos Acrílicos*-Los revestimientos acrílicos de película sólida permanentes y removidos por medio alcalino se pueden aplicar con soluciones acuosas con pesos de revestimiento entre 144-360 mg/pulg<sup>2</sup>. Note que algunos de estos revestimientos requieren una temperatura de tira pico de mínimo 125°C para secado, de tal forma que se elimine el agua e inhiba la migración de la humedad a través del revestimiento, humedad que podría llevar a la corrosión de la tira. Las características de baja fricción de la superficie de estos revestimientos son excelentes para mejorar la ductilidad, independientemente del acabado de la superficie de la tira. No es necesaria la lubricación de la tira. Se puede esperar una protección excelente contra la corrosión por almacenamiento y tránsito. Los revestimientos permanentes se pueden pintar, al menos que estén hechas con pigmentos de sílice o cera. El revestimiento no permanente se puede retirar fácilmente con un limpiador alcalino normal, y subsecuentemente las técnicas de pintura y fosfatación se pueden utilizar en la tira con revestimiento metálico. Los revestimientos que se pueden retirar proporcionan excelente protección del polvo y suciedad para mejorar la fosfatación y la pintura.

**CUADRO X2.1 - Comparación de las propiedades y características de los tratamientos de superficies**

Tratamiento químico	Propiedades				Características químicas						
	Dúctil	Pintura	Protección contra Manchas por Almacenamiento	Protección contra corrosión por tránsito	Cr <sup>+6</sup>	Cr <sup>+3</sup>	Solución Sin Cromo	Pigmento Sin Cromo	Cristalino	Base Polimero Acrílico	Base De jabón
Fosfato de cinc y aceite	√	√	√	√			√		√		
Lubricantes de jabón	√	Después de retirar	√	√			√				√
Inorgánico (con cromo)	√	Ver con proveedor	√	√	√	√					
Orgánico (con cromo)	√	Ver con proveedor	√	√	√	√				√	
Orgánico (sin cromo)	√	Ver con proveedor	√	√			√	√		√	
Inorgánico (sin cromo)	√	Ver con proveedor	√	√			√	√		√	
Película sólida acrílica (permanente)	√	Sin Si ó cera	√	√						√	
Película sólida acrílica (eliminable)	√	√	√	√						√	
Inorgánico (con cromo)	√	Ver con proveedor	√	√		√					

Note que otras propiedades también pueden ser inherentes a, o incorporados, a los tratamientos químicos enumerados arriba. Ya que muchas propiedades son generadas por fórmulas, no se pueden incorporar todas aquí. Verifique con el proveedor cuando se desee un producto hecho a la medida con propiedades tales como, capacidad de resistencia, de poderse soldar, que no quede huella, resistencia microbial o transparencia.

**X3. GUÍA PARA CONVERSIÓN ENTRE MASA [PESO] DE REVESTIMIENTO Y ESPESOR**

NOTA X3.1-Los valores en las Cuadros siguientes están basados en las relaciones que asumimos de tres dígitos significativos, que aparecen debajo del título de cada Cuadro. Esto puede resultar en muy pequeñas diferencias de conversión que se pueden considerar como no significativas, dado que estas Cuadros sólo aparecen como información.

NOTA X3.2-Los valores aplican a mediciones del total de ambos lados y a mediciones de un solo lado, en el caso de revestimientos diferenciales.

NOTA X3.3-Los valores NO se deben utilizar para calcular el espesor residual del revestimiento metálico después que hubo corrosión por uso.

**CUADRO X3.1 - ASTM A463/A463M Lámina tipo 1 con revestimiento de aluminio  
(Asuma 1.00 oz/pie<sup>2</sup> = 305 gr/m<sup>2</sup> = 3.98 mils)**

Masa de revestimiento [peso]		Espesor de revestimiento	
oz/pie <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	mm	µm
1.00	305	3.98	101
0.00328	1.00	0.0131	0.331
0.251	76.6	1.00	25.4
0.00989	3.02	0.0394	1.00

**CUADRO X3.2 - ASTM A463/A463M Lámina tipo 2 con revestimiento de aluminio  
(Asuma 1.00 oz/pie<sup>2</sup> = 305 gr/m<sup>2</sup> = 3.74 mils)**

Masa de revestimiento [peso]		Espesor de revestimiento	
oz/pie <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	mm	µm
1.00	305	3.74	95.0
0.00328	1.00	0.0123	0.312
0.267	81.4	1.00	25.4
0.0105	3.20	0.0394	1.00

**CUADRO X3.3 - NTG 36012 (ASTM A653/A653M) Lámina galvanizada (revestimiento de cinc) y  
ASTM A1063A/1063M Lámina con revestimiento de cinc (galvanizada) de doble fundición  
(Asuma 1.00 oz/pie<sup>2</sup> = 305 gr/m<sup>2</sup> = 1.68 mils)**

Masa de revestimiento [peso]		Espesor de revestimiento	
oz/pie <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	mm	µm
1.00	305	1.68	42.7
0.00328	1.00	0.00551	0.140
0.595	181	1.00	25.4
0.0234	7.14	0.0394	1.00

**CUADRO X3.4 - ASTM A792/A792M Lámina con revestimiento de aleación de 55% aluminio -  
cinc**

**(Asuma 1.00 oz/pie<sup>2</sup> = 305 gr/m<sup>2</sup> = 3.20 mils)**

Masa de revestimiento [peso]		Espesor de revestimiento	
oz/pie <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	mm	µm
1.00	305	3.20	81.3
0.00328	1.00	0.0105	0.267
0.313	95.4	1.00	25.4
0.0123	3.75	0.0394	1.00

**CUADRO X3.5 - ASTM A875/A875M Lámina con revestimiento de aleación de cinc - 5%  
aluminio**

**(Asuma 1.00 oz/pie<sup>2</sup> = 305 gr/m<sup>2</sup> = 1.75 mils)**

Masa de revestimiento [peso]		Espesor de revestimiento	
oz/pie <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	mm	µm
1.00	305	1.75	44.6
0.00328	1.00	0.00574	0.146
0.570	174	1.00	25.4
0.0224	6.83	0.0394	1.00

**CUADRO X3.6 - ASTM A1046/A1046M Lámina con revestimiento de aleación de cinc - aluminio  
- magnesio (5-9% Al)**

**(Asuma 1.00 oz/pie<sup>2</sup> = 305 gr/m<sup>2</sup> = 2.00 mils)**

Masa de revestimiento [peso]		Espesor de revestimiento	
oz/pie <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	mm	Mm
1.00	305	2.00	50.8
0.00328	1.00	0.00656	0.167
0.500	153	1.00	25.4
0.0197	6.01	0.0394	1.00

**CUADRO X3.7 - ASTM A1046/A1046M Lámina con revestimiento de aleación de cinc - aluminio  
- magnesio (9-13% Al)**

**(Asuma 1.00 oz/pie<sup>2</sup> = 305 gr/m<sup>2</sup> = 2.10 mils)**

Masa de revestimiento [peso]		Espesor de revestimiento	
oz/pie <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>	mm	μm
1.00	305	2.10	53.3
0.00328	1.00	0.00689	0.176
0.476	145	1.00	25.4
0.0187	5.70	0.0394	1.00

-- Última línea --