

1. Productos con Recubrimientos Metálicos y Especificaciones

GalvInfoNote

Comprendiendo las designaciones en masa (peso) de los recubrimientos en base a zinc aplicados sobre planchas de acero

1.1

Introducción

Uno de los aspectos más confusos en cuanto a los productos de planchas de acero recubiertos son las designaciones en masa (peso) y lo que significan, particularmente en relación con el comportamiento del producto. Este artículo está orientado a aclarar este tema.

Sistemas de Medición del Recubrimiento en Masa [en Peso]

Cada producto de plancha de acero recubierto tiene su propio sistema de designación en masa (peso), que se define con la norma ASTM adecuada. Por ejemplo, la norma ASTM de planchas con recubrimiento metálico más utilizado es A 653 / A 653M, que abarca productos galvanizados por inmersión en caliente. Uno de los sistemas de designación en masa (peso) en esta norma utiliza designaciones como G60, G90, etc. La "G" significa que el recubrimiento es galvanizado (zinc), y los números se refieren a la masa o peso del recubrimiento de zinc sobre la superficie de la plancha de acero en unidades de libras-pulgadas (Inglés/Imperial). Tomando, como ejemplo G90, la masa (peso) de recubrimiento en un pie cuadrado de la plancha (en total, por ambos lados de la plancha) tiene un promedio mínimo de 0,90 onzas de acuerdo al Ensayo para tres zonas puntuales (TST, por sus siglas en inglés). Si se aplica por igual a ambos lados de la plancha, habría un mínimo de 0,45 onzas en cada superficie.

El otro sistema de medición ampliamente usado hoy en día es el SI (Sistema Internacional). La conversión en peso de la libra-pulgada en onzas por pie cuadrado (oz/ft²) al SI en masa, en gramos por metro cuadrado (g/m²) es:

$$1 \text{ onza/pie}^2 = 305,15 \text{ g/m}^2$$

Para convertir de oz/ft² a g/m², multiplicar por 305,15

$$\text{Ejemplo: G90 (0,90 oz/ft}^2\text{) = 275 (275 g/m}^2\text{)}$$

Si lo que nos interesa es el espesor de recubrimiento, ¿Por qué las normas ASTM no usan medidas para el espesor? La respuesta es simplemente, porque es difícil medir con precisión directamente el espesor del recubrimiento. Por ejemplo, un recubrimiento G90 aporta aproximadamente el 1,6 mils (0.0016 pulgadas, o aproximadamente 42 micrómetros) para el espesor total de recubrimiento de la plancha. Para un recubrimiento uniforme, se aplica por ambos lados de la plancha aproximadamente 0.0008 pulgadas (21 micrómetros) de zinc por cada lado. Para determinar con precisión el espesor de recubrimiento, se debe medir, el recubrimiento disuelto y, a continuación, se mide el espesor del sustrato de acero o metal base utilizando un instrumento capaz de leer con precisión lo más cercana diez milésimas de pulgada. Esto es muy difícil de lograr con una buena precisión.

Están disponibles en el mercado equipos que pueden hacer esto (véase el recuadro más adelante), pero el método manual más preciso para determinar la cantidad de recubrimiento presente es determinar la masa o peso en una determinada superficie a través de la técnica "pesar-disolver-pesar". Pesarse, disolver, pesarse se refiere al procedimiento de pesaje de una muestra de tamaño normalizado del producto utilizando un rango muy preciso, disolviendo o eliminando el recubrimiento en un ácido conteniendo un inhibidor para evitar que se disuelva o elimine parte del sustrato o metal base, luego se vuelve a pesar la probeta o muestra para determinar la pérdida de masa [en peso]. Este es el método original para la determinación de la masa [peso], de recubrimiento y, de hecho, sigue siendo el método de laboratorio normalizado utilizado para verificar y calibrar el espesor de recubrimiento por el método no destructivo. En la actualidad existen procedimientos de pesada, disolución y pesada que pueden ser utilizados para todos los pesos de recubrimientos a base de zinc en la producción comercial. Para los productos más comunes, estos procedimientos se definen en la norma

ASTM A 90 / A 90M, y abarcan planchas galvanizadas y *galvanneal*, planchas recubiertas de aleación de 55% aluminio-zinc, y planchas con recubrimientos de aleación zinc-5% aluminio.

Existen procedimientos especiales necesarios para otros tipos de recubrimientos de aleación tales como aluminizado, y planchas con recubrimientos aleación de zinc y níquel. Estos están descritos en otras normas ASTM.

Sistema de designación para productos de planchas Galvanizadas y Galvannealed

Galvanizado - para las planchas galvanizadas, las designaciones más comunes libra-pulgada (ordenadas como A 653) son, en onza/pie² (oz/ft²):

G30 G40 G60 G90 G115

Estas designaciones especifican el promedio mínimo según el Ensayo para tres zonas puntuales, total en ambos lados, probado por ASTM A 924/A 924M, por ejemplo, G90 requiere un promedio mínimo para el Ensayo en tres zonas puntuales de 0.90 oz/ft² total, por ambos lados. La especificación establece que las muestras por triplicado deben tomarse desde posiciones definidas en el borde-centro-borde de las planchas recubiertas.

Hay designaciones para recubrimientos más pesados, tales como: G165 y G210, pero estos productos son usados para aplicaciones muy especializadas y generalmente no están disponibles en planchas de espesores más delgados.

En unidades del SI (ordenadas como A 653M), las designaciones comparables de la masa de recubrimiento de planchas galvanizadas, se expresan en g/m² son:

Z90 Z120 Z180 Z275 Z350

Estas designaciones especifican el promedio mínimo por triplicado, total en ambos lados, ensayadas por la norma A 924/A 924M, por ejemplo, Z275 requiere un promedio mínimo en tres zonas puntuales de 275 g/m² total por ambos lados.

En el 2007 la Sociedad Americana de Ensayo de materiales (ASTM, por sus siglas en inglés) agregó en la norma A 653/A 653M la opción de ordenar designaciones de recubrimiento por un solo lado, según el Ensayo para una zona puntual (SST, por sus siglas en inglés). Estas son designaciones en el Sistema Internacional (SI) solamente (ordenadas en la norma A 653M) y especifican el mínimo y máximo de masa de recubrimiento permisible, por lado, para cualquier ensayo simple. Estas toman la forma familiar de designaciones para recubrimientos empleados en la industria automotriz (caracteres numéricos primero – señalando el requerimiento de cada lado). No se usan designaciones libra-pulgada pues los recubrimientos de un solo lado son ordenados tradicionalmente en unidades SI únicamente. Algunos ejemplos son:

60G 70G 90G

Estas designaciones especifican el mínimo y máximo valor según un ensayo para una zona puntual en cada superficie, por ejemplo, 60G requiere un mínimo de 60 g/m² y un máximo de 110 g/m² de zinc en cada superficie para cualquier ensayo simple o individual.

Al especificar recubrimientos de acuerdo a un ensayo para una zona puntual se deben mostrar las designaciones para cada superficie, por ejemplo, 60G60G.

Masa [peso] de Recubrimiento versus la vida del recubrimiento – Para los recubrimientos galvanizados en la mayoría de los ambientes el comportamiento frente a la corrosión es aproximadamente una función lineal de la masa de recubrimiento (espesor). Por ejemplo, un recubrimiento G60 tiene el doble de espesor que un recubrimiento G30, y la vida del producto, (que se define, tal vez, como el tiempo par el 5 % de corrosión) en un ambiente dado aproximadamente el doble de tiempo. Del mismo modo, un recubrimiento G90 es aproximadamente 50% más grueso que un recubrimiento G60, y por lo tanto se esperaría un comportamiento del 50% (en términos de tiempo hasta el 5 % de corrosión). Para un debate más profundo sobre la vida en servicio, ver GalvInfoNote 3.1. Generalmente, los límites máximos aceptables de la masa (peso) de recubrimiento ciertas aplicaciones son determinadas por otros factores como el costo o la conformabilidad. Para mayor información sobre éste tema, ver GalvInfoNotes 1.6 y 2.5.

Para otros productos de planchas con recubrimientos metálicos, la vida versus el espesor de recubrimiento generalmente nos es lineal; por lo que la determinación de masa (peso) de recubrimiento ha utilizar no es tan simple como para los recubrimientos galvanizados. Además, cuando estos productos son pintados, el comportamiento es aún más complejo. El tema de los productos galvanizados por inmersión en caliente pintados es tratado en GalvInfoNotes 4.1 y 4.2.

Zinc-Hierro (Galvanneal) – Las designaciones comunes en masa o peso en para recubrimientos *galvannealed* (de planchas con recubrimiento de aleación de zinc y hierro) en libra-pulgada (ordenada como A 653) son, in oz/ft²:

A25 A40 A60

Al igual que los productos galvanizados designados como, A40 por ejemplo, la masa o peso del recubrimiento requiere un promedio mínimo para un ensayo en tres zonas puntuales de 0.40 oz/ft², total en ambos lados. Debido a que el recubrimiento contiene aproximadamente de 8 a 10% de hierro, la densidad resulta siendo ligeramente más alta que un recubrimiento de zinc, y el espesor ligeramente menor que un recubrimiento galvanizado de G40, la diferencia es demasiada pequeña para ser motivo de preocupación. El efecto de la densidad se analiza en la sección referida a recubrimientos de 55% Aluminio-Zinc y en el apéndice. Así mismo, para una explicación completa de recubrimientos *galvanneal* obtenidos después del proceso inmersión en caliente, ver *GalvInfoNote 1.3*.

Las designaciones en masa o peso en el SI equivalentes (ordenadas como A 653M) para planchas *galvannealed*, son en g/m²:

ZF75 ZF120 ZF180

ZF120, por ejemplo, requiere un promedio mínimo de un ensayo para tres zonas puntuales de 120 g/m² total en ambos lados.

Como en el galvanizado, la opción de ordenar recubrimientos de zinc-hierro por un solo lado, se han agregado designaciones para ensayos para tres zonas puntuales para este tipo de recubrimientos en la norma A 653/A 653M. Una vez mas, estas son sólo designaciones SI (ordenadas a A 653M), especificando la masa de recubrimiento mínima y máxima permitida en cada lado, y tomando la forma familiar de designaciones de recubrimientos para la industria de automóviles (caracteres numéricos primero – señalando el requerimiento por lado). No se usan designaciones libra-pulgada, pues tradicionalmente los recubrimientos de un solo lado son ordenados en unidades SI únicamente. Algunos ejemplos son:

45A 50A

Estas designaciones se refieren al valor de los ensayos para tres zonas puntuales máximo y mínimo en cada superficie, por ejemplo, 45A requiere un mínimo de 45 g/m² y un máximo de 75 g/m² de aleación zinc-hierro en cada superficie para cualquier ensayo para una zona puntual.

Al especificar un solo lado, el recubrimiento de los ensayos para tres zonas puntuales, se debe mostrar la designación para cada superficie, por ejemplo, 45A45A.

.....

Para planchas galvanizadas y *galvannealed*, la relación entre la masa (peso) de recubrimiento y el espesor es como sigue (basado en una densidad de zinc de 446 lb/ft³ o 7140 kg/m³):

$$1 \text{ oz/ft}^2 = 0.0017 \text{ in} = 305.15 \text{ g/m}^2 = 0.0427 \text{ mm} \quad (1)$$

Sistema de designación para productos de planchas electro galvanizadas

Para recubrimientos electrolíticos (recubrimientos de zinc puro y de aleaciones en base a zinc), se usan comúnmente las designaciones del Sistema Internacional - SI (g/m²), aunque la norma ASTM A 879/A 879M para electro galvanizado fue actualizado en el 2004 para incluir el sistema con designaciones en libra-pulgadas [oz./ft²]. La razón para el uso inicial de las designaciones en el SI, es que muchos productos obtenidos por electro deposición aplicados sobre planchas de acero fueron y son usados para aplicaciones en la industria automotriz. Las compañías del sector automotriz, quienes implementaron mundialmente las especificaciones para este tipo de planchas hace muchos años, usan solamente las unidades del SI.

Para planchas electro galvanizadas, las designaciones comunes de peso en libra-pulgada son (ordenadas como A 879), en oz/ft²:

08Z 13Z 30Z

Estas designaciones se refieren al valor mínimo o máximo para ensayos para tres zonas puntuales en cada superficie, tal como se define en ASTM A 879/A 879M, por ejemplo, 13Z requiere un mínimo de 0.13 y un máximo de 0.23 oz/ft² de zinc en cada superficie para cualquier ensayo para tres zonas puntuales. Nuevamente, los caracteres numéricos van primero, señalando los requerimientos por lado.

Al especificar, se debe mostrar las designaciones de cada superficie, como por ejemplo, 13Z13Z.

Para planchas electro galvanizada, las designaciones comunes en el Sistema Internacional (SI) para la masa de recubrimiento (ordenadas como A 879M) son, en g/m²:

24G 40G 90G

Estas designaciones se refieren al valor mínimo y máximo para ensayos para tres zonas puntuales por cada superficie, como se define en ASTM A 879/A 879M, por ejemplo, 40G requiere un mínimo de 40 y un máximo de 90 g/m² de zinc en cada superficie para cualquier ensayo para tres zonas puntuales.

Una vez más, se deben mostrar las designaciones de cada lado, por ejemplo, 40G40G.

Para mayor explicación del proceso de electro galvanizado o zincado electrolítico (ver *GalvInfoNote 2.2*).

Mantenimiento de los Sistemas con Designaciones Correctas

Al ver el mayor uso de los recubrimientos galvanizados por inmersión en caliente y *galvannealed* en la industria automotriz, se convirtió en requisito que en la práctica de la fabricación de estos productos se ajusten los valores a un solo lado, para ensayos para tres zonas puntuales en g/m², siendo este el requerimiento de los fabricantes de automóviles. Productos para construcción y usos generales continúan siendo ordenados en designaciones en libra-pulgadas para ambos lados, para los ensayos para tres zonas puntuales. Para el galvanizado por inmersión en caliente, como ya hemos visto, la norma ASTM usa "G" (antes de los números) en la designación para recubrimientos en libra-pulgadas y "Z" para recubrimientos en el SI, total en ambos

lados. Por otro lado, para productos electro galvanizados, "G" (después de los números) significa unidades en el SI y "Z" significa unidades en libra-pulgadas.

El uso de ambas unidades dimensionales y la inversión de "G" y "Z" entre los ensayos por triplicado y un ensayo simple, por inmersión en caliente, por ejemplo, en las especificaciones de ASTM, puede llevar, sin duda, a confusiones en el mercado. A continuación en la Tabla 1 se presenta un resume de los diferentes significados de los designaciones en términos de los requerimientos de SST y TST.

Tabla 1: Explicación de las Designaciones de Planchas Galvanizadas

Formato de Designación del Recubrimiento	Tipo de Producto y Recubrimiento Requerido						
	Especificación	Recubrimiento	Unidades	Ensayo de Recubrimiento Requerido			
				Un Solo Lado		Ambos Lados	
				SST	TST	SST	TST
Gnn	A 653 – Tabla 1	zinc - HD	oz/ft ²	NINGUNO	Min	Min	Min
Znn	A 653M – Tabla 1	zinc - HD	g/m ²	NINGUNO	Min	Min	Min
Ann	A 653 – Tabla 1	zinc-hierro - HD	oz/ft ²	NINGUNO	Min	Min	Min
ZFnn	A 653M – Tabla 1	zinc-hierro - HD	g/m ²	NINGUNO	Min	Min	Min
nnZnnZ	A 879	zinc - EG	oz/ft ²	Min y Max	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO
nnGnnG	A 879M	zinc - EG	g/m ²	Min y Max	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO
nnGnnG	A653 M – Tabla S2.1	zinc - HD	g/m ²	Min y Max	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO
nnAnnA	A653 M – Tabla S2.1	zinc-hierro - HD	g/m ²	Min y Max	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO
nnGnnG	Auto (típico) 1	zinc - HD y EG	g/m ²	Min y Max	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO
nnAnnA	Auto (típico) 2	zinc-hierro - HD y EG	g/m ²	Min y Max	NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO

Notes: *nn* = numerales (2 or 3) masa (peso) específico del recubrimiento
 HD = Hot-Dip
 EG = Electro galvanizado o zincado electrolítico
 SST = Ensayo para una zona puntual o en un solo punto
 TST = Ensayo para tres zonas puntuales o en tres puntos
 * Algunos fabricantes de automóviles requieren mínimo un ensayo simple o individual

Para una aclaración adicional, ver más adelante la Tabla 2, en la cual se muestra los requerimientos según las especificaciones de las normas ASTM para ejemplos seleccionados de masas de recubrimientos sobre planchas de acero galvanizado.

No es fácil mantener la terminología correcta. En la actualidad los usuarios deben estar acostumbrados a ambas unidades y su uso común, y se les sugiere prestar mucha atención cuando ordenan sus pedidos, sabiendo precisamente lo que significa cada terminología empleada. Ver la Tabla 3 al final de este artículo, donde se resumen las designaciones usadas para la mayoría de productos galvanizados por inmersión en caliente, pues puede ser necesario tener la terminología clara.

Tabla 2: Designaciones Seleccionadas según las normas ASTM para Planchas Galvanizadas – Requerimientos

Tipo de Producto	Ejemplo de Designación	Requerimiento
Galvanizado por Inmersión en Caliente (A 653/A 653M)	G90 (A 653, Tabla 1, en-lb)	TST ^a promedio 0.90 oz/ft ² min – total en ambos lados TST promedio 0.32 oz/ft ² min – cada lado SST ^b 0.80 oz/ft ² min – total en ambos lados
	Z275 (A 653M, Tabla 1, SI)	TST promedio 275 g/m ² min – total en ambos lados TST promedio 94 g/m ² min – cada lado SST 235 g/m ² min – total en ambos lados
	60G60G (A 653M, Tabla S2.1, SI) ^c	SST 60 g/m ² min, 110 g/m ² max – cada lado
Galvanneal por Inmersión en Caliente (A 653/A 653M)	A40 (A 653, Tabla 1, in-lb)	TST promedio 0.40 oz/ft ² min – total en ambos lados TST promedio 0.12 oz/ft ² min – cada lado SST 0.30 oz/ft ² min – total en ambos lados
	ZF120 (A 653M, Tabla 1, SI)	TST promedio 120 g/m ² min – total en ambos lados TST promedio 36 g/m ² min – cada lado SST 90 g/m ² min – total en ambos lados
	45A45A (A 653M, Tabla S2.1, SI)	SST 45 g/m ² min, 75 g/m ² max – cada lado
Electro galvanizado o zincado electrolítico (A 879/A 879M)	13Z13Z (A 879, Tabla 1, in-lb)	SST 0.13 oz/ft ² min, 0.23 oz/ft ² max – cada lado
	40G40G (A 879M, Tabla 1, SI)	SST 40 g/m ² min, 70 g/m ² max – cada lado

^a – Ensayo por Triplicado

^b – Ensayo individual

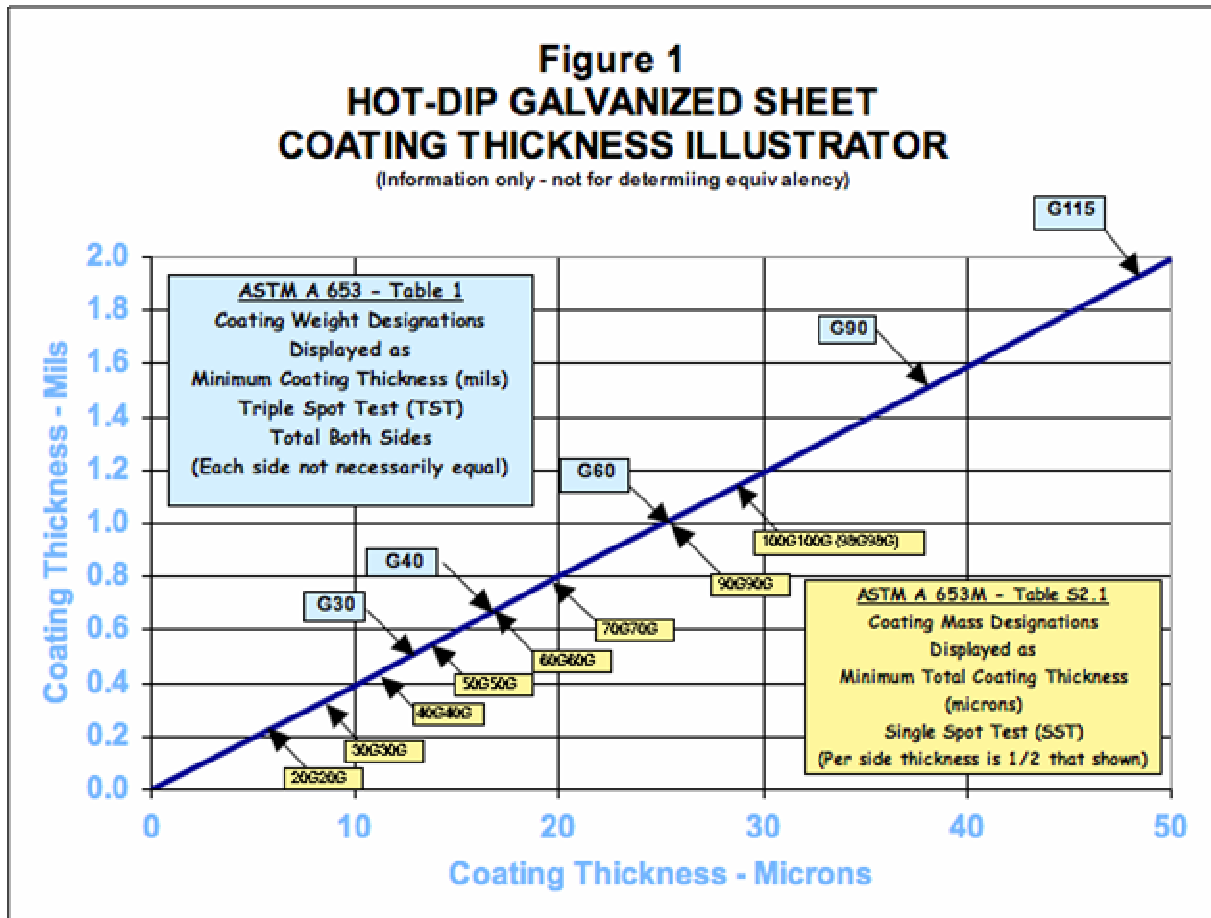
^c – Con fines informativos, Tabla S2.1 en A 653M muestra valores libra-pulgada para designaciones de recubrimientos en el SI

Ensayos para tres zonas puntuales para Recubrimientos totales por ambos lados versus Ensayos para una zona puntual para recubrimientos de un solo lado

Debido a que designaciones de los ensayos para tres zonas puntuales (TST) según la norma ASTM, brindan una repartición desigual del recubrimiento (un lado debe tener por lo menos 40% del peso del ensayo para una zona puntual-SST- de recubrimiento mínimo especificado), no es posible convertirlos en designaciones precisas para ensayos individuales por un sólo lado, porque estos especifican mínimos exactos para cada superficie. Sin embargo, algunas veces es útil brindar una conversión aproximada basada en el espesor total de ambos lados del recubrimiento.

La Figura 1 de la siguiente página, es un gráfico que permite realizar esto, tanto en términos de designaciones de recubrimiento como en el espesor total del recubrimiento. Por ejemplo, se puede observar fácilmente que un recubrimiento G60 tiene un espesor mínimo total de aproximadamente 1.0 mil, lo que está muy cerca al espesor mínimo total (25 micrómetros) de un recubrimiento 90G90G. Aunque, recuerde, que un recubrimiento G60 es el promedio de tres lecturas o un ensayo para tres zonas puntuales (TST) y puede tener una división dispareja del espesor total del recubrimiento, mientras que un recubrimiento 90G90G debe tener un mínimo de 12.5 micrómetros en cada lado para ensayo para una zona puntual (SST).

La Figura 1, es solo una guía para estimar el espesor del recubrimiento en términos de los dos sistemas y no pretende establecer alguna equivalencia. Además, los valores mostrados son los mínimos especificados. En realidad los recubrimientos son siempre un poco más gruesos para garantizar los mínimos.



Sistema de designación para planchas recubiertas con aleación 55% aluminio- zinc

Las planchas de acero con recubrimiento de aleación de 55% aluminio-zinc, son usadas comúnmente en el sector construcción y otras industrias. Estas, también tienen designaciones de recubrimiento muy específicos. Afortunadamente, son pocas designaciones, pero ello no significa que no existe confusión en su denominación. El sistema de designación para el peso y la masa de los recubrimientos están dados en la norma ASTM A 792/A 792M.

Las 4 designaciones libra-pulgada para el peso de los recubrimientos (ordenados como A 792) son, en oz/ft²:

AZ50 AZ55 AZ60 AZ70

Estas designaciones especifican el promedio mínimo para los ensayos para tres zonas puntual TST, total en ambos lados, probado para A 924/A 924M, por ejemplo, AZ50 requiere un promedio mínimo para un ensayo para tres zonas puntuales de 0.50 oz/ft² total en los dos lados.

Estas designaciones se comparan con las usadas para planchas galvanizadas porque las dimensiones son oz/ft². Pero, se debe saber que la designación AZ60 no es equivalente a un recubrimiento G60 con respecto al espesor del recubrimiento. Es aquí cuando el tema de la densidad entra en juego. El recubrimiento de planchas recubiertas con aleación de 55% Al-Zn, tiene aproximadamente 55% de aluminio y 45% de zinc. Realmente, el recubrimiento tiene una pequeña adición de silicio pero no es importante para los fines de esta explicación. Como el aluminio es menos denso que el zinc (un volumen determinado de aluminio pesa menos que el mismo

volumen de zinc), un recubrimiento AZ60 es más delgado que un recubrimiento galvanizado G60. Ver la sección en el apéndice para la explicación teórica sobre el peso (masa) para comprender las diferencias en la densidad del recubrimiento y sus efectos en la plancha recubierta.

Debido a que el recubrimiento de aleación 55% Al-Zn y el recubrimiento galvanizado se comportan muy diferentes en cuanto al proceso de la corrosión, no es posible tratar de graficar una curva del comportamiento equivalente. Es por esto que no hay respuesta para la pregunta: ¿Cuál es el equivalente en comportamiento o desempeño para un recubrimiento de aleación 55% Al-Zn con un recubrimiento G90? El mayor uso de las planchas recubiertas con aleación 55% Al-Zn es en la industria de construcción de paneles, y para esta aplicación los pesos más comunes de recubrimiento son AZ50 y AZ55. Como las diferencias en el desempeño entre estas dos designaciones son mínimas se puede preguntar a los proveedores el espesor de recubrimiento adecuado para cada aplicación.

Para las planchas recubiertas de aleación 55% Al-Zn también existe el sistema SI para la designación de masa del recubrimiento (ordenado como A 792M). Los SI equivalentes a AZ50, AZ55, AZ60 y AZ70 son, en g/m²:

AZM150 AZM165 AZM180 AZM210

Estas designaciones especifican el promedio mínimo para los ensayos para tres zonas puntuales TST, total en ambos lados, A 924/A 924M, por ejemplo, AZM150 requiere ensayos para tres zonas puntuales mínimo de 150 g/m² total en ambos lados.

Como el recubrimiento de aleación 55% Al-Zn se produce solo por el proceso de inmersión en caliente, no hay una terminología o especificación adicional relacionada con la fabricación de productos con recubrimientos electrolíticos. Tampoco hay designaciones de ensayos para una zona puntual-SST- de un solo lado para este producto.

Para planchas recubiertas con aleación 55% Al-Zn, la relación entre el peso (masa) y el espesor del recubrimiento, es como sigue (basado en una densidad de 234 lb/ft³ o 3750 kg/m³):

$$1 \text{ oz/ft}^2 = 0.0032 \text{ in} = 305.15 \text{ g/m}^2 = 0.0813 \text{ mm} \quad (2)$$

Para una descripción completa de planchas recubiertas con aleación 55% Al-Zn (ver GalvInfoNote 1.4).

Sistema de designación para planchas recubiertas de aleación Zinc-5% Aluminio

Un tercer tipo de recubrimiento basado en zinc que no tiene mucho uso para productos laminados en los Estados Unidos, pero si es reconocido por ASTM, es la plancha recubierta de aleación zinc-5% aluminio. Este tipo de plancha tiene un recubrimiento formado por 95% de zinc y 5% de aluminio, y pequeñas cantidades de otros elementos que mejoran el proceso y las características del producto. Los sistemas de designación para el peso y masa de los recubrimientos son dados en la norma ASTM A 875/A 875M.

Las designaciones de peso comunes en libra-pulgada (ordenadas como A 875) son, en oz/ft²:

GF30 GF45 GF60 GF75 GF90

Como el recubrimiento de las planchas con aleación Zn-5% Al contiene aproximadamente 95% de zinc y por esto, tiene la misma densidad del zinc, un recubrimiento GF90 es aproximadamente equivalente, en espesor, a un recubrimiento galvanizado G90. Las designaciones SI de masa equivalentes (ordenadas como A 875M) son, en g/m²:

ZGF90 ZGF135 ZGF180 ZGF235 ZGF275

Debido a que las planchas recubiertas con aleación 55% Al-Zn, y con aleación Zn-5% Al son producidas solo por el proceso de inmersión en caliente, no hay sistemas con designaciones que involucren una terminología por cada lado.

Para planchas recubiertas con aleación Zn-5% Al, la relación entre el peso (masa) y el espesor del recubrimiento (basado en una densidad de 427 lb/ft³ o 6840 kg/m³), es como sigue:

$$1 \text{ oz/ft}^2 = 0.00175 \text{ in} = 305.15 \text{ g/m}^2 = 0.0446 \text{ mm} \quad (3)$$

Resumen

Este artículo expone la complejidad de los sistemas de designación de los recubrimientos y brinda un mejor alcance del porque es importante que Usted y su proveedor hablen el mismo lenguaje. La Tabla 2 presenta ejemplos sobre algunas designaciones explicadas líneas arriba. Para una explicación más detallada de las especificaciones de ASTM para productos de planchas de acero recubiertas o protegidas (ver *GalvInfoNote* 1).

Tabla 3 Designaciones para Recubrimientos basados en Zinc sobre Planchas de Acero - RESUMEN

Producto	Ejemplo de Designaciones Comunes de Recubrimientos		Peso de Recubrimiento libra-pulgada oz/ft ²	Masa del Recubrimiento SI g/m ²
	Libra-pulgada-	SI		
Total en Ambos Lados - Promedio Mínimo del Ensayo para tres zonas puntuales (TST)				
ASTM A 653/A 653M Galvanizado	G90	Z275	0.90	275
ASTM A 653/A 653M <i>Galvanneal</i>	A40	ZF120	0.40	120
ASTM A 792/A 792M aleación 55% Al-Zn	AZ55	AZM165	0.55	165
ASTM A 875/A 875M aleación Zn-5% Al	GF75	ZGF225	0.75	225
ASTM A 1046/A 1046M aleación Zn-Al-Mg	ZM90	ZMM275	0.90	275
Un Solo Lado** Mínimo en un Ensayo para un zona puntual (SST)				
ASTM A 653M Galvanizado	N/A*	60G	0.20	60
ASTM A 653M <i>Galvanneal</i>	N/A*	45A	0.15	45
ASTM A 879/A 879M Electro galvanizado	13Z	40G	0.13	40
Galvanizado Especifico Industria Automotriz	N/A*	100G	N/A*	100
Galvanizado Especifico Industria Automotriz	N/A*	45A	N/A*	45

* No Aplicable

** Designaciones de un solo lado son usados para especificar la masa del recubrimiento por cada lado y se escriben, por ejemplo, 60G60G, o en el caso de diferentes masas, 90G60G.

Copyright© 2008 – ILZRO

Renuncia de responsabilidad:

Los artículos, reportes de investigación y datos técnicos se proveen únicamente con fines informativos. Aunque quienes los publican intentan proveer información precisa y actual, la Organización Internacional de Investigación del Zinc y el Plomo no garantiza los resultados de la investigación o información reportada en esta comunicación y renuncia a cualquier responsabilidad por daños que surjan de confiar en los resultados de las investigaciones u otra información contenida en esta comunicación, incluyendo, sin limitación, daños incidentales o consecuencias.

Apéndice

X.1 Masa (Peso) Teórica por Unidad de Área

Debido a que las densidades de los recubrimientos por inmersión en caliente basados en zinc, son mas bajas que la densidad del acero, el peso por unidad de área de las planchas recubiertas es menos que una plancha sin recubrimiento del mismo espesor. Esta pequeña diferencia puede ser muy importante cuando se consumen grandes volúmenes de planchas recubiertas. El ajuste de la masa (peso) varia en función al espesor tanto del acero como del recubrimiento, y del tipo del recubrimiento. Por ejemplo, una plancha 0.01 pulgadas G90 es aproximadamente 1.2% más delgada que una plancha enrollada en frío del mismo espesor. Esta diferencia disminuye para planchas más gruesas y/o recubrimientos más delgados. Al usar la densidad de varios recubrimientos, y el espesor real aplicado, se puede calcular un “**Factor de Recubrimiento**” para cada tipo y designación. Para obtener una masa o peso teórico por unidad de área de la plancha, se debe sustraer el Factor de Recubrimiento del peso de una plancha sin recubrimiento del mismo espesor. El Factor de Recubrimiento, es la diferencia en peso, entre el recubrimiento metálico y el acero del mismo espesor que el recubrimiento metálico. **Conocer estos factores es importante, pues permite seguir de manera cercana el la masa o peso de productos de planchas recubiertas, obtenido por área de plancha.**

Peso Teórico

La fórmula para calcular el Peso Teórico de las planchas galvanizadas es, en lb/ft²:

$$TW = t \times 40.833 - CF \quad (4)$$

Donde: TW = Peso teórico de la plancha en lb/ft²

t = espesor real en pulgadas (40.833 es el peso en lbs de 1 ft² de 1” de acero grueso)

CF = Factor de Recubrimiento en lb/ft²

Por ejemplo, una plancha galvanizada de 0.020 pulgadas de espesor con recubrimiento G90 tiene un factor de recubrimiento de 0.006 lb/ft², basado en una relación de (1) y peso real típico de un recubrimiento G90 de 0.96 oz/ft². Entonces:

$$TW = 0.020 \times 40.833 - 0.006 = 0.8107 \text{ lb/ft}^2$$

Masa Teórica

La fórmula para calcular la Masa Teórica de las planchas galvanizadas es, en lb/ft² :

$$TM = t \times 7.85 - CF \quad (5)$$

Donde: TM = Masa Teórica en kg/m²

t = espesor real de la plancha en milímetros (7.85 es la masa en kg de 1 m² de 1mm de acero grueso)

CF = Factor de Recubrimiento en kg/m²

Por ejemplo; una plancha galvanizada de 0.50 mm de espesor con un recubrimiento Z275 tiene un factor de recubrimiento de 0.029 kg/m², basado en la relación de (1) y con una masa típica real para un recubrimiento Z275 de 293 g/m². Entonces:

$$TM = 0.50 \times 7.85 - 0.029 = 3.896 \text{ kg/m}^2$$

Usando la relación anterior, se puede calcular la Masa Teórica para todas las combinaciones de espesores de planchas y tipo/espesor de recubrimiento. Los productores de planchas recubiertas usan tablas en las que muestran información sobre los productos que se comercializan y su espesor. Las fórmulas mostradas líneas arriba pueden ser usadas para interpolar el espesor mostrado en estas tablas. Si usted no tiene acceso a dicha información, en la Tabla 1, se muestra los factores de recubrimiento de las designaciones de masa o peso más comunes para planchas galvanizadas, planchas recubiertas con aleación 55% Al-Zn, y planchas recubiertas con aleación Zn-5% Al.

Tabla X.1 Factores para Planchas con Recubrimiento Basado en Zinc

Tipo de recubrimiento ASTM	Pulgada-Libra			SI (Métrico)		
	Designación	Ejemplo de Peso de Recubrimiento (oz/ft ²)	Factor de Recubrimiento (lb/ft ²)	Designación	Ejemplo de la Masa de Recubrimiento (g/m ²)	Factor de Recubrimiento (kg/m ²)
A 653 – Galvanizado y Galvanneal	G30	0.40	0.0025	Z90	120	0.012
	G40	0.48	0.0030	Z120	144	0.014
	G60	0.66	0.0041	Z180	198	0.020
	G90	0.96	0.0060	Z275	293	0.029
	G115	1.23	0.0076	Z350	375	0.037
	G140	1.50	0.0093	Z450	482	0.048
	G165	1.76	0.0109	Z500	533	0.053
	G185	1.98	0.0123	Z550	588	0.058
	G210	2.25	0.0140	Z600	643	0.064
	G235	2.54	0.0158	Z700	756	0.075
	G300	3.25	0.0202	Z900	975	0.097
	G360	3.90	0.0242	Z1100	1190	0.118
	A25	0.35	0.0022	ZF75	105	0.010
	A40	0.46	0.0029	ZF120	138	0.014
A60	0.66	0.0041	ZF180	198	0.020	
A 792 - 55% Aluminio-Zinc	AZ50	0.55	0.0375	AZM150	165	0.180
	AZ55	0.61	0.0416	AZM165	180	0.196
	AZ60	0.66	0.0450	AZM180	198	0.216
A 875 - Zinc-5% Aluminio	GF30	0.40	0.0047	ZGF90	120	0.023
	GF45	0.51	0.0060	ZGF135	153	0.029
	GF60	0.66	0.0078	ZGF180	198	0.038
	GF75	0.82	0.0097	ZGF225	245	0.046
	GF90	0.96	0.0114	ZGF275	293	0.055
	GF115	1.23	0.0146	ZGF350	375	0.071
	GF140	1.50	0.0177	ZGF450	482	0.091
	GF210	2.25	0.0266	ZGF600	643	0.122
	GF235	2.54	0.0301	ZGF700	756	0.143