

ACERO GALVANIZADO POR LOTES O ACEROS CON RECUBRIMIENTO CONTINUO ZM

Una comparación realista

Galvanizado por lotes (General) de productos de acero según EN ISO 1461

El galvanizado por inmersión en caliente que se realiza tras completar el corte, la soldadura y el conformado garantiza una protección de por vida a una amplia gama de productos de acero. Este proceso se realiza por lotes (o en discontinuo) según la norma EN ISO 1461:

- **Protección completa** mediante una gruesa capa de zinc, con espesores de recubrimiento típicos de 55 a 200 micras o más.
- **Rendimiento comprobado** tras décadas de experiencia.
- Las normas ISO proporcionan **predicciones de rendimiento** conservadoras y **fiables**.
- El rendimiento del recubrimiento mejora con el tiempo a medida que se forma una pátina estable en la superficie.
- Potencial óptimo de **reutilización y reciclaje completo**.



Protección completa



Normas ISO reconocidas



Rendimiento comprobado durante décadas



El galvanizado después de la fabricación garantiza un recubrimiento completo y una protección duradera.

Los aceros ZM pre-recubiertos no son una alternativa equivalente al galvanizado por lotes según la norma EN ISO 1461. Cinco datos clave que debe conocer...

1

Las pruebas de corrosión acelerada en laboratorio exageran el rendimiento relativo de los recubrimientos ZM.

2

Los ensayos de corrosión realizados en emplazamientos externos pueden arrojar resultados equivocados, dado que su eficacia a largo plazo no ha sido debidamente validada.

3

Los bordes expuestos tras el corte del acero con recubrimiento ZM generan un punto débil en la protección a largo plazo.

4

La flexión y conformado de los recubrimientos ZM durante la fabricación crea daños y una debilidad a largo plazo en la protección.

5

Los productos más complejos son difíciles de reutilizar y reciclar.



Para obtener más información, lea nuestro artículo [«La importancia de la especificación correcta de los recubrimientos metálicos para el acero»](#).

Limitaciones de la fabricación de productos de acero a partir de chapas pre-recubiertas.

Para reducir los costes, algunos fabricantes de productos de acero pueden verse tentados a reemplazar la galvanización general por el uso de láminas de acero recubiertas previamente con aleaciones de zinc y luego fabricar los componentes con todas las consecuencias que esto supone:

- **Recubrimientos de menor espesor, habituales en chapas pre-recubiertas**, con espesores de recubrimiento típicos de sólo 15-25 micras para aplicaciones de construcción.
- **Daños en el recubrimiento** durante el conformado y la soldadura durante la fabricación.
- **Áreas sin recubrimiento** en todos los bordes cortados del producto.

Las limitaciones en el uso de chapas de acero pre-recubiertas también son aplicables a las nuevas gamas de aceros ZM, disponibles actualmente junto con otros tipos de acero pre-recubierto (aceros Z y ZA). A pesar de las afirmaciones publicitarias, la realidad es simple: el uso de aceros pre-recubiertos de ZM no constituye un sustituto equivalente al galvanizado por lotes tras la fabricación.



Datos clave en detalle

1

Las pruebas de corrosión acelerada en laboratorio exageran el rendimiento relativo de los recubrimientos ZM

Esto se debe a que su pequeño contenido de magnesio tiene un efecto importante en los ensayos que no se observa en condiciones reales de servicio.

- Las normas ISO dejan claro que los ensayos, como la prueba de niebla salina neutra **ISO 9227**, **no deben utilizarse para comparar diferentes tipos de recubrimiento**, por lo que es alarmante que los productores de aceros ZM estén haciendo exactamente eso para exagerar el rendimiento de sus productos.
- Incluso pequeñas variaciones en las condiciones de ensayo provocan cambios significativos en los resultados; los fabricantes de aceros ZM seleccionan el tipo de ensayo que enmascara los resultados debido al contenido de magnesio en sus productos.
- **Se pueden extraer similares conclusiones engañosas a partir de ensayos de corta duración en suelos.**



No se puede confiar en los ensayos de corrosión acelerada.

2

Las pruebas de corrosión en emplazamientos exteriores pueden arrojar resultados engañosos; por tanto, la eficacia de los recubrimientos ZM a largo plazo aún no ha sido debidamente demostrada.

Estos ensayos de exposición están cuidadosamente elaborados y seleccionados para demostrar una supuesta mejora en el rendimiento de los recubrimientos de ZM.

- Los resultados de los ensayos de exposición tienen una duración limitada —frecuentemente analizada solo para 6 años— e incluyen el periodo, normalmente de 1 a 2 años, en el cual el recubrimiento galvanizado por lotes aún está desarrollando su pátina protectora estable en la superficie. Por el contrario, el recubrimiento ZM puede presentar su rendimiento máximo precisamente en esos primeros años. Al calcular el rendimiento comparativo sobre un periodo tan breve, **no se aprecia la imagen real de la protección a largo plazo del componente de acero.**
- Los ensayos comparativos de exposición citados en los materiales promocionales de los fabricantes de acero ZM **no parecen cumplir** con los procedimientos más adecuados para la eliminación de productos de corrosión en los métodos de “pérdida de masa” que deberían emplearse en tales pruebas. La norma ISO 8407:2020 exige un método especial para la eliminación de los productos de corrosión de los recubrimientos ZM. **La mayoría de los estudios publicados y patrocinados por los productores de acero ZM utilizan un método alternativo que, como se sabe, no elimina la totalidad de los productos de corrosión de dichos recubrimientos, lo que conduce a una subestimación de las pérdidas por corrosión.**
- Los ensayos comparativos en exposiciones reales (por ejemplo, en entornos de túneles) que han empleado el método correcto de eliminación de productos de corrosión para recubrimientos ZM, **no muestran una diferencia significativa en el rendimiento entre el acero galvanizado y el acero con recubrimiento ZM.** Por lo tanto, el espesor del recubrimiento y la integridad de la protección serán los factores que determinen la durabilidad final.
- Los ensayos comparativos en exposiciones reales suelen realizarse recubriendo artificialmente los bordes de corte de los paneles de prueba con una pintura, enmascarando así el efecto de dichos bordes cortados en el rendimiento durante el ensayo.



Corrosión en los bordes cortados de un producto de acero pre-recubierto.

3

Los bordes expuestos después del corte del acero ZM crean un punto débil en la protección a largo plazo.

La acción de sacrificio (galvánica) del zinc proporcionará cierta protección al acero expuesto en un borde de corte. No obstante, cabe cuestionarse si **realmente se desea diseñar un producto de acero de esa manera de forma intencionada.** El recubrimiento circundante se sacrificará para intentar proteger el borde de corte, lo que irá **agotando dicho recubrimiento con el tiempo**; y en el caso de un acero ZM, ese recubrimiento posee un espesor limitado.

- Los estudios de rendimiento de exposición, cuando los bordes cortados no están recubiertos artificialmente para la prueba, muestran un rendimiento significativamente peor para los aceros recubiertos con ZM que cuando los bordes están cubiertos.
- Los ensayos han demostrado una pérdida total de hasta 3 mm del revestimiento de ZM alrededor de un borde de corte con solo 3 años de exposición.

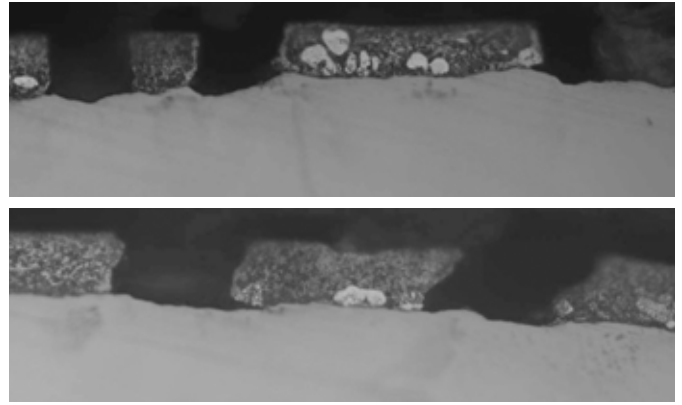
4

El doblado y conformado de los recubrimientos ZM durante la fabricación genera daños y un punto débil en la protección a largo plazo.

Aunque son delgados, los recubrimientos ZM carecen de la conformabilidad de los aceros pre-recubiertos Z y ZA en continuo tradicionales.

- La estructura del recubrimiento es inherentemente frágil, lo que provoca daños locales y reducción del revestimiento en las esquinas.
- Se desconoce el efecto de estas deformaciones en el rendimiento a largo plazo, pero no se puede ignorar.

Efecto del conformado sobre aceros recubiertos con ZM



Recubrimiento ZM sobre producto de acero después de doblado a 180° (sin mandril).

Fuente: CENIM, España

5

Los productos más complejos son más difíciles de reutilizar y reciclar.

Un diseño óptimo para la circularidad debería garantizar que, además de una mayor durabilidad y potencial de reutilización, todos los materiales constituyentes, en particular las materias primas críticas cuyo suministro es limitado, sean recuperables.

- Los productos de acero fabricados a partir de chapas de acero ZM pre-recubiertas **no se pueden recubrir posteriormente de la misma manera.**
- Los productos de acero fabricados a partir de láminas de acero ZM pre-recubiertas no se pueden desgalvanizar y galvanizar en discontinuo fácilmente porque la presencia de aluminio y magnesio en el revestimiento **crea dificultades técnicas en el procedimiento de desgalvanizado y galvanizado.**
- Cuando los productos de acero fabricados con chapas de acero ZM pre-recubiertas entran en el horno de arco eléctrico de reciclaje de acero al final de su vida útil, **su contenido de aluminio y magnesio no se puede recuperar y se perderá para siempre** en las escorias de la acería. Fundamentalmente, **tanto el aluminio como el magnesio están clasificados como materias primas críticas** por la UE y deben ser preservados. El zinc, debido a su abundante suministro y altos niveles de reciclaje, no está clasificado como materia prima crítica en la UE.

Metales utilizados en la protección de recubrimientos protectores, catalogados como materias primas críticas en la UE, con un riesgo significativo de suministro y obligaciones de sustitución, recuperación y reciclaje ¹	Metales utilizados en recubrimientos protectores; se considera que son abundantes y tienen un bajo riesgo de abastecimiento ²
Magnesio	Zinc

¹REGLAMENTO (UE) 2024/1252 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 11 de abril de 2024 por el que se establece un marco para garantizar un suministro seguro y sostenible de materias primas críticas y por el que se modifican los Reglamentos (UE) n.º 168/2013, (UE) 2018/858, (UE) 2018/1724 y (UE) 2019/1020 (el artículo 26 exige a los Estados miembros que «aumenten la madurez tecnológica de las tecnologías de reciclado de materias primas críticas y promuevan el diseño circular, la eficiencia de los materiales y la sustitución de materias primas críticas en productos y aplicaciones, al menos mediante la inclusión de acciones de apoyo a tal efecto en los programas nacionales de investigación e innovación»)

² Comisión Europea, Estudio sobre la lista de materias primas críticas de la UE – Informe final (2020)



Al diseñar para el reciclaje y la reutilización, los recubrimientos galvanizados por lotes son simplemente más consistentes con la economía circular.

- Los productos de acero galvanizado general presentan, con gran probabilidad, una durabilidad suficiente para ser reutilizados a lo largo de más de un ciclo de vida del producto.
- Los productos de acero galvanizados por lotes pueden, si es necesario, ser decapados y regalvanizados en un proceso completamente circular que está probado hoy en día y ya está en funcionamiento para algunos productos.
- Cuando los productos galvanizados en discontinuo ingresan en el horno de arco eléctrico para el reciclaje de acero al final de su vida útil definitiva, el zinc residual puede recuperarse a través del ciclo de reciclaje establecido y reintegrarse a la producción de zinc primario. Actualmente, ya se recuperan miles de toneladas de zinc mediante este proceso.