

HISTORIA DE ÉXITO: Como se une una necesidad industrial y el conocimiento científico.

MAPAS DE CORROSION DEL ZINC EN AMBIENTES RURALES

Carlos Vírveda (Responsable Ingeniería, BP Solar), Dra. Belén Chico (CENIM, CSIC)

Motivación del proyecto

Conseguir que la energía solar fotovoltaica sea competitiva supone reducir costes en todos los elementos que integran el sistema, sin que ello suponga un incremento en los costes de mantenimiento. Es decir, encontrar el diseño óptimo que minimice costes a lo largo del ciclo de vida de la planta solar.

Las normativas europeas o mundiales (IEC, EN, ...) son muy útiles para conseguir armonizar diseños de calidad. En algunos casos, estas normas están especificadas para que puedan funcionar tanto en diversos sectores como en todos los países de aplicación. Esto suele llevar a que determinados requisitos puedan ser conservadores.

En la industria fotovoltaica los paneles solares van instalados principalmente en estructuras de acero galvanizado. La mayoría de proyectos grandes están localizados en zonas rurales, alejadas de industria y ambiente salino. Según la normativa ISO 9223, para zonas rurales, el intervalo de corrosión de zinc es entre 0,7 y 2,1 micras/año, lo cual supone un rango entre 17,5 y 52,5 micras para sistemas con una vida útil de 25 años, un rango demasiado amplio para decidir qué tipo y espesor de galvanizado es necesario en cada instalación. Ante dicha incertidumbre, lo lógico es ir al valor más alto, y ser conservadores.

Conocedor del amplio trabajo realizado en el CENIM por el Dr. Manuel Morcillo y su equipo en el estudio de la corrosión atmosférica tanto en ambientes rurales como salinos, nos pusimos en contacto para la realización de mapas más precisos de corrosión en ambientes rurales, y desarrollar una metodología que permita especificar, para cada emplazamiento, un espesor de recubrimiento galvanizado apropiado en las estructuras metálicas fotovoltaicas.

La metodología llevada a cabo, así como los resultados de este Proyecto de investigación, financiado por BP Solar y liderado por la Dra. Belén Chico del CENIM, han sido publicados en detalle en *Revista de Metalurgia* 46 (6) Noviembre-Diciembre (2010), pp. 485-492. Los Mapas mostrados en páginas siguientes son reproducidos por cortesía de la citada revista.

Desarrollo del proyecto

Los mapas de corrosión se han elaborado aplicando las denominadas ecuaciones dosis/respuesta (funciones de daño). Son ecuaciones que se obtienen a partir del tratamiento estadístico de datos, y que permiten predecir la velocidad de corrosión anual en función de variables meteorológicas y de contaminación. Este tipo de funciones, y especialmente para acero y zinc, se pueden encontrar en la literatura especializada

La ecuación dosis/respuesta empleada se seleccionó de un estudio de campo realizado por *M. Morcillo y S. Feliu (Mapas de España de Corrosividad Atmosférica, Eds: M.*

Morcillo y S. Feliu, Programa CYTED, Madrid, España, 1993, pp. 57-99), encaminado hacia la obtención de datos de corrosión en atmósferas libres de contaminación:

$$C = -0,00603 HR + 0,00380 T + 0,00973 L + 0,597 \quad R = 0,705 \quad (1)$$

El relativamente alto coeficiente de correlación obtenido (R) indica una influencia significativa de la meteorología en la corrosión atmosférica del zinc (C), deduciéndose una mayor influencia de la variable L (días de lluvia) que de los otros dos parámetros, T y HR (Temperatura y Humedad Relativa).

Los datos meteorológicos se obtuvieron a partir de mapas climatológicos publicados en el "Atlas Nacional de España. Climatología 2ª Edición". La extracción de los datos se llevó a cabo dibujando sobre cada uno de ellos una gradilla correspondiente a un mapa de España geo-referenciado. Posteriormente, y de cada casilla de la gradilla, se tomó el valor medio del parámetro climatológico en cuestión, dándole unas coordenadas xy que correspondían al punto central. Se extrajeron un total de 306 datos de cada mapa climatológico, puntos distribuidos homogéneamente por toda España.

Mediante la sustitución de estos datos climatológicos en la ecuación dosis/respuesta (1), se estimó una velocidad anual de corrosión del zinc para cada punto geográfico. Posteriormente, para la elaboración del mapa de España de corrosión del zinc, se ha empleado el software ArcGis 9.1 con la extensión de Análisis Espacial.

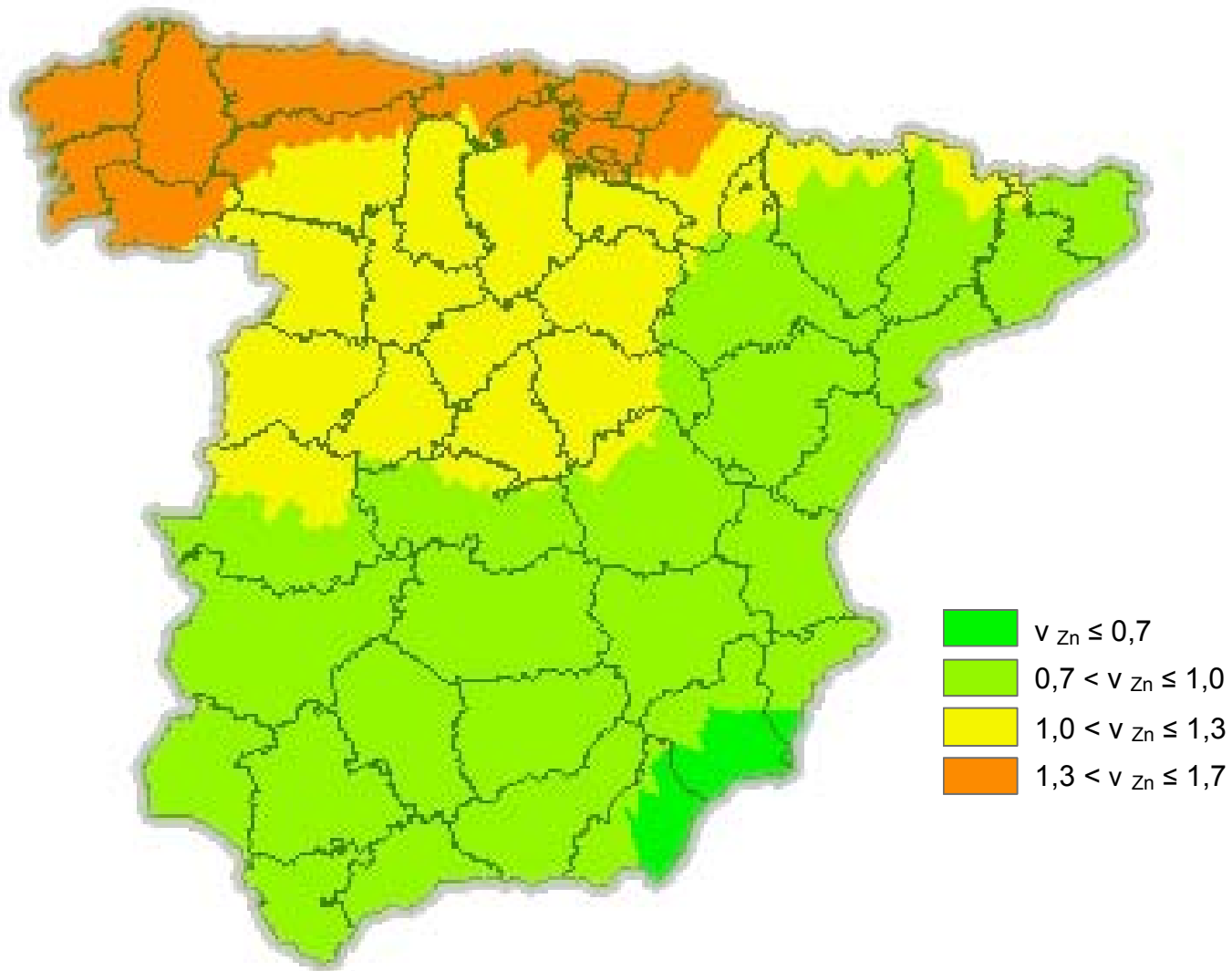
Además de la corrosión anual, otro dato de suma importancia lo constituye la corrosión a largo plazo. Uno de los métodos para realizar estimaciones de corrosión a largo plazo es mediante la aplicación de una función potencial (ley bilogarítmica).

$$C = A.t^n \quad (2)$$

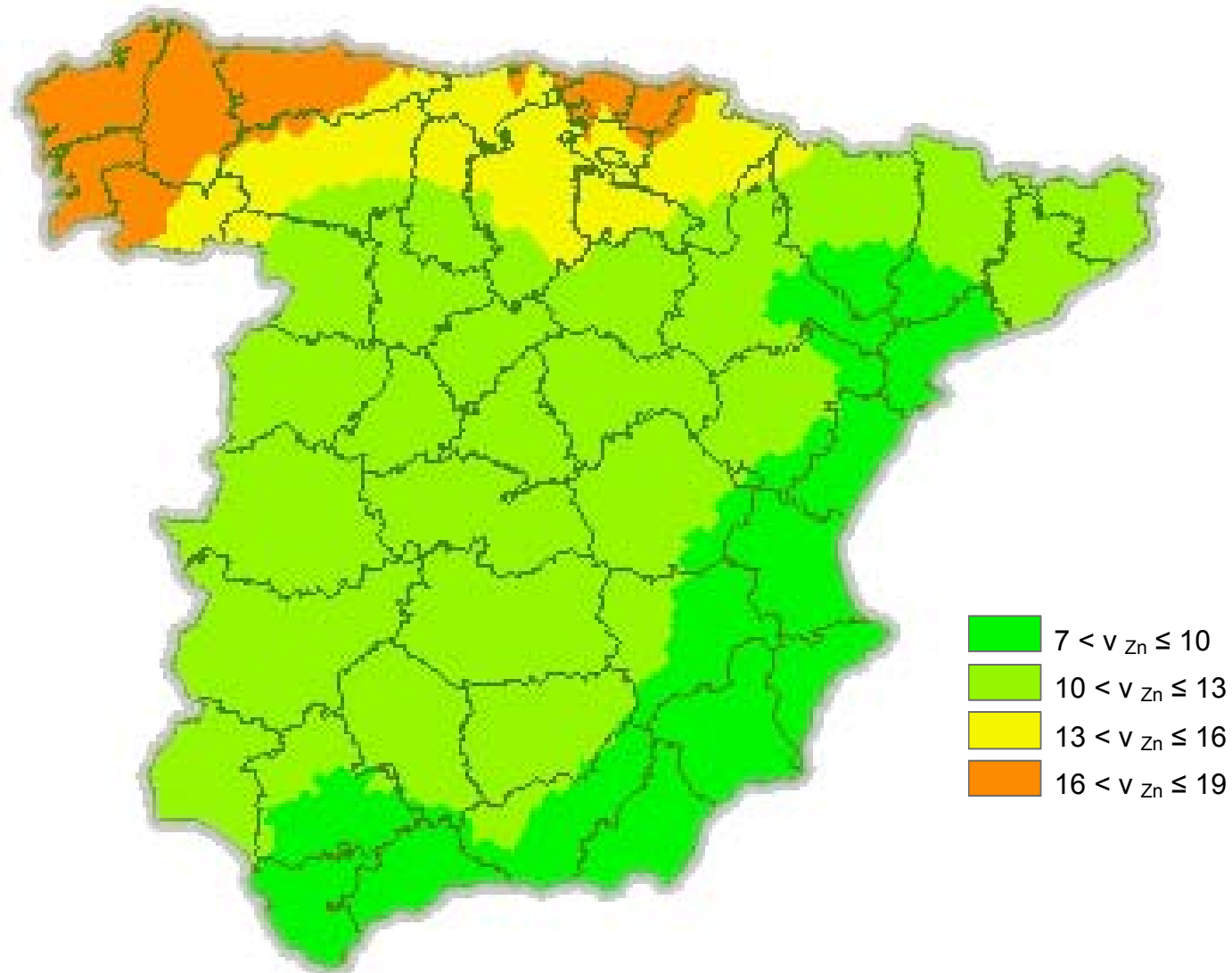
donde C es la corrosión al cabo de t años y A es la corrosión durante el primer año de exposición. El valor de n depende del metal, del tipo de atmósfera y de las condiciones de exposición. Tomando los datos de velocidad de corrosión anual del zinc obtenidos anteriormente, y como valores de los parámetros t y n los extraídos de un estudio llevado a cabo por Morcillo y col., (*M. Morcillo, J. Simancas y S. Feliu, Atmospheric Corrosion, W.W Kirk y H.H. Lawson (Eds.), ASTM STP 1239, Philadelphia, EEUU, 1995, p. 195*) fue posible obtener el mapa de España de corrosión del zinc a largo plazo (15 años). Ambos mapas se reproducen en las páginas siguientes.

La velocidad de corrosión anual del zinc ha sido estimada a partir de una ecuación dosis/respuesta obtenida a su vez para atmósferas rurales. Por ello, no se deben aplicar estos mapas en zonas cercanas al mar, o bien en zonas industriales. En estas zonas la velocidad de corrosión del zinc es mayor debido a la influencia de la presencia de cloruros o bien de SO₂ en la corrosión de este metal.

La información utilizada para la obtención de estos mapas se refiere a zinc masivo. Para conocer la relación existente entre la corrosión del zinc masivo y la corrosión del recubrimiento galvanizado, se recogieron datos de corrosión de ambos materiales, y se estableció que existía una relación entre ambos prácticamente igual a la unidad, por lo que resulta válido la utilización de datos de corrosión de zinc masivo en la estimación de corrosión del recubrimiento galvanizado.



Mapa de España de velocidad de corrosión anual de zinc (V_{Zn} en $\mu\text{m}/\text{año}$) (cortesía de Revista de Metalurgia).



Mapa de España de velocidad de corrosión a largo plazo (15 años) del zinc (V_{Zn} en μm) (cortesía de *Revista de Metalurgia*).