

## **Métodos para la elaboración de mapas de corrosividad atmosférica en Tabasco, México**

GARCES-Roberto†

Recibido 28 de Abril, 2015; Aceptado 9 de Junio, 2015

---

### **Resumen**

El deterioro o destrucción de los metales por acción de la atmósfera es un fenómeno muy estudiado en las últimas décadas. Contar con un mapa de la corrosividad atmosférica sobre los metales más utilizados como son aluminio, cobre, zinc y acero 1006 es de mucha utilidad para los técnicos como para los científicos, ya que con este se estima la vida útil de mencionados materiales. Es importante conocer los diferentes métodos para la elaboración de mencionados mapas de Corrosividad atmosférica que están sustentados en las normas ISO 9223-9226 y 8565 así como la ASTM G1, G50, G92. En este trabajo de investigación se mencionan tres diferentes métodos y se muestran los resultados de la exposición del acero 1006 en un ambiente rural del Estado de Tabasco en los meses de Noviembre 2000 a octubre 2001, también se muestran los resultados climáticos y de contaminación para ver si concuerdan según la normatividad que se sugiere a nivel mundial.

**Corrosión atmosférica, tiempo de humectación, normas ISO.**

### **Abstract**

Deterioration or destruction of metals by action of the atmosphere is a phenomenon much studied in recent decades. Having a map of the atmospheric corrosivity of the most used metals such as aluminum, copper, zinc and steel 1006 is very useful for technicians and scientists, as with this the lifetime of materials mentioned is estimated. It is important to know the different methods for the preparation of maps of atmospheric corrosivity mentioned that are supported by the ISO 9223-9226 and 8565 as well as ASTM G1, G50, G92 standards. In this research three different methods are mentioned and the results of the 1006 exhibition steel is in a rural environment of the state of Tabasco in the months of November 2000 to October 2001, results are also shown climate and pollution for If they match as suggested regulations worldwide.

**Atmospheric corrosion, wetting time, ISO standards.**

---

**Citación:** GARCES-Roberto. Métodos para la elaboración de mapas de corrosividad atmosférica en Tabasco, México. Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico 2015, 2-3:243-247

---

---

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Los materiales metálicos que se utilizan para la construcción de casas, edificios, escuelas, monumentos, puentes, en diversas áreas reaccionan con el medio ambiente reactivo teniendo como consecuencia su deterioro químico o destrucción, este fenómeno es conocido como corrosión atmosférica. Los metales que no se encuentran en su estado natural puros tienden a regresar a sus componentes de origen es por ello que en estar en contacto con ese medio ambiente retornan al estado combinado (formando los minerales, como los óxidos, sulfuros, carbonatos, hidróxidos, entre otros) de origen. Los componentes químicos de los productos de corrosión constituyen la misma composición química de los minerales.

El fenómeno antes descrito tiene un ataque electroquímico, en donde se requiere los cuatro elementos cátodo, ánodo, electrólito, y el conductor. Tabasco es muy propicio para que se genere las pilas electroquímicas en los materiales expuestos al medio ambiente por los altos niveles de humedad que se presentan durante el año. Este es un fenómeno que debe ser evaluado y sobre todo caracterizado mediante mapas sencillos que sirvan para predecir el deterioro de los materiales.

Con respecto a los aspectos socioeconómicos de la corrosión han sido revisados por diversos investigadores del mundo, entre ellos, Feliu, Tomashov y desde 1968 con la publicación del informe Hoar se tiene conocimiento más preciso de las pérdidas directas e indirectas, que la corrosión ocasiona en los países desarrollados. Es aceptado que el 50% de las pérdidas es ocasionada por la corrosión atmosférica, ya que el 80% de las estructuras metálicas, construcciones, metales y aleaciones están expuestas al medio.

Existen varios métodos para elaborar un mapa de corrosividad de un lugar, el objetivo es ver si coinciden por dos de los métodos que son descritos y tener la categoría de corrosividad de Lomitas, Nacajuca, Tabasco.

## Desarrollo y metodos

Los materiales son deteriorados por diversos factores, en el caso de los metales los factores contaminantes más significativos según la literatura son los cloruros y sulfatos. En el caso de los factores climáticos uno de los más importantes es la humedad relativa ya que esta provoca la película de agua que se requiere para que genere el fenómeno electroquímico. Cabe mencionar que son muchos los factores climáticos y de contaminantes que hacen una tarea muy complicada elaborar un mapa de corrosividad atmosférica, debido a que en una región varía de un lugar a otro. En la vida práctica se ha optado por los distintos enfoques para construir estos mapas:

A) Medida directa de la corrosividad de la atmósfera a través de su efecto sobre ciertos materiales metálicos típicos (acero al carbón 1006, cinc, cobre, aluminio, entre otros), que se exponen en múltiples lugares representativos de una región geográfica.

B) Estimación de la corrosión atmosférica en una determinada región geográfica a partir de datos ambientales disponibles y de su efecto en los materiales mediante experimentación a nivel de laboratorio.

C) A partir del conocimiento de las funciones reales dosis/respuesta existentes en una determinada región geográfica entre corrosión atmosférica y parámetros ambientales. Estas funciones pueden desempeñar un papel importante en la predicción en la vida de servicio de los materiales en la atmósfera y pueden ser usadas también como herramienta para la confección de mapas de corrosividad atmosférica a diferentes niveles (micro, meso y macro). En este artículo se muestra resultados utilizando los métodos A y B. Para el método A se expuso acero al carbón 1006 en Lomitas, Nacajuca, Tabasco que es considerada como una zona rural y para el caso B se obtuvieron los datos climáticos de la estación más cercana al lugar.

**Análisis de resultados**

A continuación se presenta resultados de la exposición del acero 1006 en Lomitas, Nacajuca, Tabasco los resultados son de un año de exposición siguiendo la Metodología que utiliza las directrices generales establecidas por los ISO 9223, 9224, 9225, 9226, 8565 y de la ASTM G1, G50, G92 la cual comprende una selección de materiales a usar en las estaciones de ensayo, un programa de exposición y de ejecución de varias medidas, referidas a diferentes variables y otros detalles. Mediante un análisis químico utilizando los analizadores LECO(DAP-LQ-G07-02) y espectrometría de emisión óptica (DAP-LQ-G06-03). Normas utilizadas: ASTM E-30 y su equivalente en Normas NMX B-1. Los resultados son como se muestran en la siguiente tabla 1:

%C	%Mn	%P	%S
0.068	0.332	0.007	0.005

**Tabla 1** Análisis químico de la muestra.

Con este análisis químico que caracteriza al material vemos que se trata de un acero tipo AISI/SAE 1006 sin alear, este es del tipo de acero que propone la norma ASTM G92.

Por tiempo de humectación se entiende la cantidad de horas en la cual la humedad relativa es mayor o igual a 80% y una temperatura mayor a 0°C, por lo cual se cuenta el número de horas y se divide entre el total de horas en el año para lo cual nos da una fracción de tiempo de humectación en la estación de 0.5246 (ver tabla 2), lo cual implica que más de medio año las probetas se encontraron cubiertas con una capa acuosa.

MES	TIEMPO DE HUMECTACIÓN (Horas)	TIEMPO DE HUMECTACIÓN ACUMULADO (Horas)
Nov-2000	430	430
Dic-2000	438	868
Ene-2001	431	1,299
Feb-2001	370	1,669
Mar-2001	340	2,009
Abr-2001	206	2,215
May-2001	370	2,585
Jun-2001	287	2,872
Jul-2001	329	3,201
Ago-2001	432	3,633
Sep-2001	461	4,094
Oct-2001	502	4,596

**Tabla 2** Tiempo de humectación.

Lo cual corresponde una categoría de clasificación C4 según las normas utilizadas, en la de contaminantes según la de cloruros es P<sub>0</sub> y de sulfatos S<sub>1</sub> (ver tabla 3), por lo anterior tiene una categoría de Corrosividad C3 por parámetros ambientales y contaminante.

	SO <sub>2</sub> mg/(m <sup>2</sup> *día)	Cl <sup>-</sup> mg/(m <sup>2</sup> *día)
Promedio	Promedio 15.91 Desviación estándar 3.23 Valor máximo 22 Valor mínimo 11	Insignificante

**Tabla 3** Contaminantes de la zona de estudio.

Para medir la pérdida de masa, se utilizó la técnica de inmersiones sucesivas, el tiempo en cada inmersión fue de 4 minutos en HCl con Hexametilentetramina, el resultado se presenta en la tabla 4, mediante esta técnica se encontró que corresponde a una categoría C4.

TIEMPO DE EXPOSICIÓN (MESES)	PERDIDA DE MASA (GRAMOS)	VELOCIDAD DE CORROSIÓN (□m/año)
12	0.3189	51.95

**Tabla 4** Resultado de la técnica de inmersiones sucesivas.

A continuación se muestra en la figura 1 el pupitre que se utilizó para esta investigación, donde se observa el plato de sulfatación y las probetas de acero 1006 y de otros metales.



**Figura 1** Pupitre con las probetas.

**Conclusiones**

Los tres métodos más utilizados en el mundo nos indica que se llevan a cabo en diferentes países, en nuestro país el más utilizado es de la exposición de materiales al medio ambiente llevando la metodología ya descrita, sea encontrado una variación de la categoría según los diversos métodos. Se encontró que no coinciden los métodos por lo cual es importante seguir exponiendo en más lugares para dar más evidencias de si es necesario hacer ajustes en la normatividad ISO que clasifica la categoría de corrosividad.

**Agradecimientos**

Agradezco a la Universidad Olmeca y Universidad Politécnica de Centro por su apoyo para poder concluir este artículo.

**Referencias**

- Garcés Roberto, (Mayo 2002). "Evaluación de la Corrosión Atmosférica del acero expuesto en diversas atmósferas", Tesis Maestría, UANL.
- Mariaca R., Genescá J., Uruchurtu J. (1999). Corrosividad Atmosférica. Mexico, D.F.: Plaza Valdez.
- S. Feliú, (Noviembre, 1978). Coste Social de la Corrosión, Seminarios sobre Corrosión y Tratamiento de Agua, Madrid, Eduardo Torroja.
- N. D. Tomashov, (1966). "Theory of Corrosion and Protection of Metals", Nueva York.: MacMillan Co.
- T. P. Hoar, (1971). Report of the Committee on Corrosion and Protection, Londres. HMSO.
- S. Feliu, M. Morcillo, (1982). Corrosion y Protección de los Metales en la Atmósfera, Barcelona, Bellaterra.
- I. L. Rozenfeld, (1972): <<Atmospheric corrosion of metals>>, NACE.
- ISO 9223 (1992): "Corrosión of Metals and Alloys. Classification of Corrosivity of Atmospheres", Internatinal Standards Organization,
- ISO 9224 (1992): Corrosion of Metals and Alloys. Guiding Values for the Corrosivity Categories of Atmospheres, Internationañ Standards Organization.
- ISO 9225 (1992): Corrosion of Metals and Alloys. Corrosivity of Atmospheres Metods of Measurement of Pollution, International Standards Organization.
- ISO 9226 (1992): Corrosion of Metals and Alloys. Corrosivity of atmospheres-Methods of Determination of Corrosion Rate of Standard Specimens for the Evaluation of Corrosivity, International Standards Organization.
- ISO/DIS 8565: Metals and Alloys Atmospheric Corrosion testing. General Requeriments for Field Tests, International Standards Organization.
- ASTM. (1991) ASTM G1.: Preparing, Cleaning and Evaluation Corrosion Test.