

## **Diseño de una celda electroquímica para evaluación *in situ* del patrimonio cultural metálico**

M. en C. Armando Arciniega Corona

[acaquim@gmail.com](mailto:acaquim@gmail.com)

Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural CNCPC, INAH.

Laboratorio de Conservación, Diagnóstico y Caracterización Espectroscópica de Materiales (CODICE.)

Ex Convento de Churubusco Xicoténcatl y General Anaya s/n San Diego Churubusco, Coyoacán 04120, México, D.F.

### **Introducción**

La corrosión es el deterioro de un material metálico y se da como consecuencia de un ataque químico o electroquímico sobre la superficie del mismo. La velocidad a la que se lleve a cabo dependerá de varios factores, como temperatura, pH, iones del medio y humedad ambiental entre otros.

En la naturaleza, la corrosión se da de forma espontánea y al tratarse de una reacción redox los metales se oxidan por acción del oxígeno presente en el ambiente; en estado gaseoso se convierte en un agente fuertemente oxidante y como la mayoría de los metales tienen potenciales de reducción menores a éste, son fácilmente oxidables.

La corrosión atmosférica es de origen electroquímico. El electrolito está constituido por una película de humedad extremadamente delgada y el metal expuesto bajo él se corroe por medio de un proceso catódico de reducción de oxígeno. Las precipitaciones acuosas y la condensación por cambios de temperatura son los principales promotores de este tipo de corrosión.

El uso efectivo de los metales (construcción, ornamenta, utensilios de cocina, joyería, etc) depende de sus propiedades físicas, mecánicas y químicas de los mismos; y no pueden separarse de las condiciones ambientales como se mencionó anteriormente. Así que cualquier enfoque de los fenómenos de la corrosión implica la consideración de características estructurales del metal, la naturaleza del entorno y las reacciones que ocurren en la interfaz del metal, por ejemplo:

- Metal: Composición, heterogeneidades atómicas detalladas, estructurales, microscópicas y macroscópicas, esfuerzos (extensible, compresivo, cíclico), etc.
- Ambiente: Naturaleza química, concentraciones de especies reactivas e impurezas nocivas, presión, temperatura, velocidad, impacto, etc.

- Interfaz metal/entorno: Cinética del metal, oxidación y disolución, cinética de reducción de especies en solución; naturaleza y ubicación de los productos de corrosión; crecimiento de la película y disolución de la película.

Tomando en cuenta las características anteriores, resulta que el proceso de corrosión es de especial interés en la restauración del patrimonio cultural metálico, en su mayoría para piezas de cobre y sus aleaciones (latón y bronce). Uno de los principales problemas para determinar la corrosión en estas piezas, es que los bienes patrimoniales normalmente son únicos y por esta razón no pueden ser destruidos ni dañados; así que se utilizan técnicas electroquímicas no destructivas, tales como, Resistencia a la polarización ( $R_p$ ) y Espectroscopia de Impedancia Electroquímica (EIS).

Comúnmente las celdas electroquímicas que se emplean para caracterizar la corrosión en metales requieren de muestras (probetas). En caso del patrimonio cultural se deben efectuar medidas *in situ*, lo que lleva al desarrollo de este proyecto: La construcción de una celda electroquímica portátil para la evaluación de bienes culturales metálicos.

### **Hipótesis**

- Mediante la construcción de una celda electroquímica portátil se podrá determinar el proceso de corrosión *in situ* en patrimonio cultural metálico.

### **Objetivos**

- Construcción de una celda electroquímica
- Uso de la función Solver de Excel para el cálculo de la velocidad de corrosión
- Determinar la velocidad de corrosión de un objeto patrimonial metálico.

### **Metas**

- Determinar un arreglo de electrodos que minimice el costo para la fabricación de la celda.
- Tratamiento e interpretación de datos de  $R_p$ .

### **Metodología**

Recopilar información de la literatura pertinente al tema, para desarrollar una celda electroquímica funcional. Tomando en cuenta las características del metal de estudio y el medio donde se corroe.

## Infraestructura y Materiales

Equipos	Reactivos	Materiales
Potenciostato VIMAR 2EV	Cloruro de plata	Puentes salinos
Microscopio metalográfico	Alambre de plata	Cables
Cortador	Cloruro de potasio	Caimanes
Multímetro	TEOS (tetra etilortosilicato)	Electrodo de grafito
Pulidora Presi SA Modelo Le Cube	Dodecil amina	Electrodo de cobre sulfato de cobre
Microscopio petrográfico Zeiss, Modelo Primotech	Ácido fluorhídrico	Electrodo plata cloruro de plata
	Alambre de cobre	Lijas 100 – 4000
	Sulfato de cobre	Vasos de precipitados
	Agar-agar	Viales eppendorf
	Resinas de inclusión	

## Cronograma

Actividades	Semanas															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Revisión de literatura	x	x														
Análisis de literatura			x	x												
Selección de electrodos					x	x										
Diseño de prototipo						x	x									
Construcción de celda portátil								x	x	x						
Prueba de la celda con probetas de hierro, cobre y latón.											x	x	x			
Comparación de resultados obtenido con celda portátil y celda convencional											x	x	x			
Redacción de informe														x	x	x
Entrega del informe																x

## Lugar y Horario

- Coordinación Nacional de Conservación de Patrimonio Cultural INAH, Laboratorio de Caracterización, Diagnóstico y Caracterización Espectroscópica de Materiales (CODICE). Horario establecido por el responsable del programa de acuerdo a las actividades que se lleven a cabo cada semana. (lunes a viernes 09: 00 – 17: 00)
- Facultad de Química, Edificio D, Laboratorio de Corrosión. Horario acordado con el Dr. Francisco Javier Rodríguez Gómez y/o Prof. Carlos Rodríguez Rivera, en función de la disponibilidad del equipo. Lunes a viernes.

## Comentarios adicionales

- Se llevarán a cabo reuniones semanales para presentar avances con el responsable del proyecto.