



Conference: Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables -  
Mantenimiento Industrial - Mecatrónica e Informática

*Booklets*



**RENIECYT**

Registro Nacional de Instituciones y  
Empresas Científicas y Tecnológicas

**CONACYT**

1702902

RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar

DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

# Title: La Corrosión Electroquímica en la Atmósfera de la Región del Totonacapan

**Author:** Ernesto, GALLARDO-CASTÁN, Gabriela, LUGO-ISLAS, Samuel Elias, MARTÍNEZ-SOLIS, Juan, PEREZ-TELLEZ

**Editorial label ECORFAN:** 607-8534

**BCIERMMI Control Number:** 2018-03

**BCIERMMI Classification (2018):** 251018-0301

**Pages:** 18

**RNA:** 03-2010-032610115700-14

## ECORFAN-México, S.C.

244 – 2 Itzopan Street

La Florida, Ecatepec Municipality

Mexico State, 55120 Zipcode

Phone: +52 | 55 6159 2296

Skype: ecorfan-mexico.s.c.

E-mail: contacto@ecorfan.org

Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

## Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic Republic
Spain	El Salvador	Republic of Congo
Ecuador	Taiwan	
Peru	Paraguay	Nicaragua



Universidad Veracruzana

# CONTENIDO

## RESUMEN

### I. OBJETIVO

### II. INTRODUCCIÓN

### III. METODOLOGÍA

### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### V. CONCLUSIONES

### VI. FUENTES DE INFORMACIÓN



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,  
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**



Universidad Veracruzana

# RESUMEN

Corrosión Electroquímica en la Atmósfera de la Región del Totonacapan

## I. RESUMEN



1. ¿QUÉ SE REALIZÓ?

Definición de un objetivo alcanzable-medible

Identificación del área para exposición de placas metálicas

Preparación superficial de placas metálicas

Exposición de placas metálicas en una región de la costa del Estado de Veracruz

Ensayos electroquímicos



2. ¿CÓMO SE REALIZÓ?

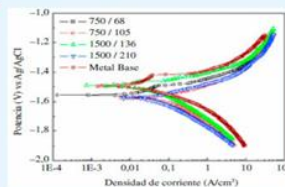
Revisión teórica (Fuentes de Información), sustento del trabajo

Factibilidad y Viabilidad del Trabajo de Investigación (Cd. de Papantla, del Totonacapan)

Resistencia a la Polarización Lineal (RP)

Curvas de Potenciodinámicas (CP)

Espectroscopía de Impedancia Electroquímica (EIE)



3. ¿QUÉ SE OBTUVÓ?

Resistencia a la Corrosión

Velocidad de Corrosión

Tipos de difusión



# I. OBJETIVO

Universidad Veracruzana

Evaluar la corrosión atmosférica en metales sin recubrir como el Hierro, Aluminio, Cobre y Zinc, aplicando métodos electroquímicos, en la ciudad de Papantla de Olarte, Veracruz.



Hierro



Aluminio



Cobre



Zinc



Universidad Veracruzana

## II. INTRODUCCIÓN

La corrosión es un problema que consiste en el deterioro de un metal por reacciones químicas o electroquímicas con el medio ambiente.

### FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA CORROSIÓN ATMOSFÉRICA

#### AGENTES CONTAMINANTES AMBIENTALES



#### FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS





Universidad Veracruzana

## II. INTRODUCCIÓN

Factores que han aumentado y modificado la corrosión atmosférica en la región del Totonacapan

- Los métodos de extracción petrolera
- El uso de los combustibles
- La expansión de la industria química
- Las aglomeraciones urbana



Muestra de ello son:

- Los sulfatos (concentración anual de 18mg/L).
- El dióxido de carbono y las partículas suspendidas presentes en el aire (concentración anual de 50mg/L).
- Los cloruros (concentración promedio anual de 20mg/L) derivado de la cercanía de la región norte de Veracruz con la costa del Golfo México.
- La humedad relativa por encima del 70%. (Escamilla, 2017)



Universidad Veracruzana

## II. INTRODUCCIÓN

El municipio de Papantla de Olarte representa primordialmente la región del Totonacapan y se sitúa en terreno irregular, a 298 m sobre el nivel de mar. Su clima es cálido y húmedo, con una temperatura media anual de 20.8 °C. En invierno se tienen precipitaciones por influencia de los “nortes”, la precipitación media anual es de 1,186.8 mm y las lluvias son abundantes en verano y principios de otoño.





# III. METODOLOGÍA

## METODOLOGÍA

### Exposición

Panel de exposición con inclinación de 45 grados respecto a la horizontal y en dirección a la costa por la incidencia de los vientos dominantes.

Las probetas metálicas se expusieron de acuerdo a las especificaciones establecidas en las normas ISO 8565 (ISO, 2017) y ASTM G116-93 (ASTM, 2018).

### Probetas

Acero de bajo carbono (Fe), Aluminio(Al), Cobre (Cu) y Zinc (Zn), dimensiones de 7.5 x 10 cm.

Tratamiento Químico:  
Decapado

### Celda electroquímica

Celda fabricada en acrílico, con capacidad de 100 mL y un área de contacto de 1 cm<sup>2</sup>.

Solución electrolítica de sulfato de sodio (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 0.1 M.

Electrodo de referencia; calomel (Hg/HgCl)  
Electrodo auxiliar: grafito.

Electrodos de trabajo : Muestras expuestas a la atmósfera, en las cuatro estaciones del año (de marzo 2016 a marzo 2017).

### Monitoreo Electroquímico

Resistencia a la Polarización Lineal: señal de amplitud de -15 mV hasta +15 mV con una velocidad de barrido de 0.16 mV/s.

Espectroscopía de Impedancia Electroquímica; barrido de frecuencia de 0.01 Hz a 10000 Hz, con amplitud de -10 mV a +10 mV.

Curvas de Polarización Potenciodinámicas; señal de amplitud de -500 mV a +500 mV, con una velocidad de barrido de 0.16 mV/s.





Universidad Veracruzana

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

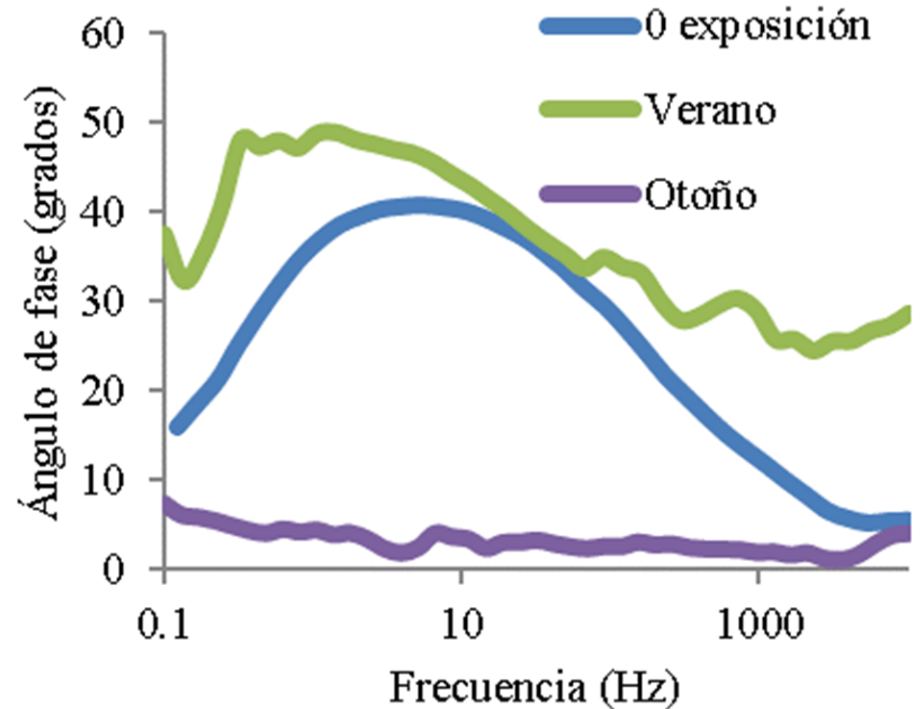
Estación	Material	Vcorr, mm/año	Rp, $\Omega$ -cm <sup>2</sup>
<b>Antes de Exponer</b>	Fe	0.177	1601.8
	Zn	0.362	782.74
	Cu	0.028	9864.6
	Al	0.008	33578
<b>Primavera</b>	Fe	3.621	83.497
	Zn	0.265	1469.9
	Cu	0.258	1175.7
	Al	0.0002	1305900
<b>Verano</b>	Fe	1.93E-05	1.56E07
	Zn	0.538	726.3
	Cu	0.212	1427.4
	Al	0.032	8742.2
<b>Otoño</b>	Fe	3.135	96.4
	Zn	0.589	662.9
	Cu	0.644	470.7
	Al	1.21E-06	2.35E08
<b>Invierno</b>	Fe	2.728	110.8
	Zn	0.290	1347.2
	Cu	0.041	7350
	Al	0.0004	576600



Universidad Veracruzana

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

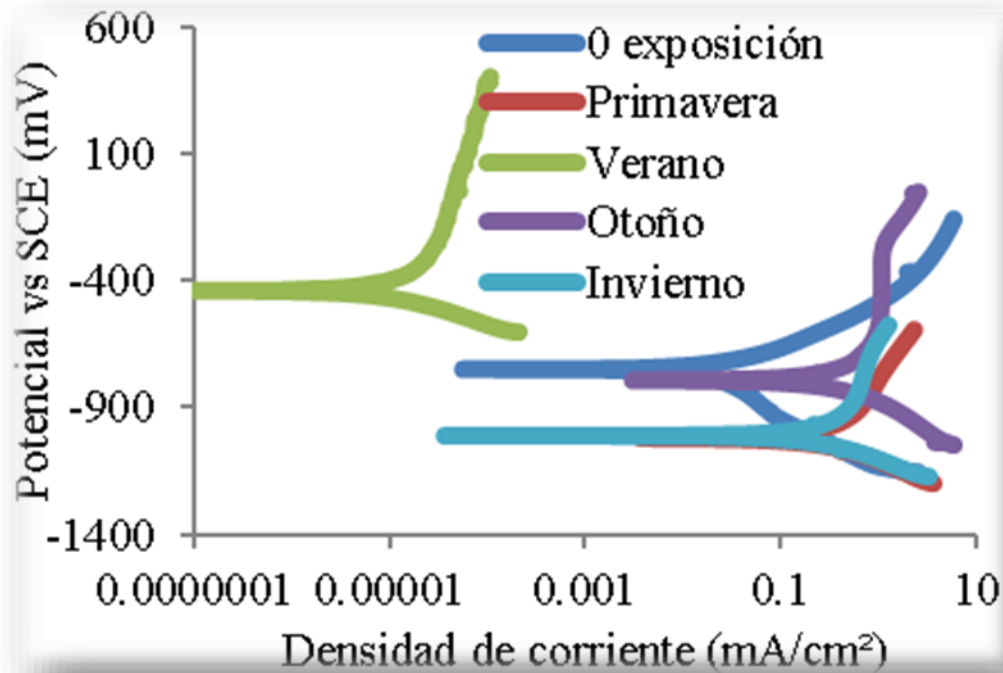
En el gráfico se observa control por activación en la media frecuencia para la estación de verano, por lo cual el acero presenta mayor resistencia a la corrosión (Gallardo, 2014).



EIE en Bode para el acero en exposición atmosférica de Papantla..



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



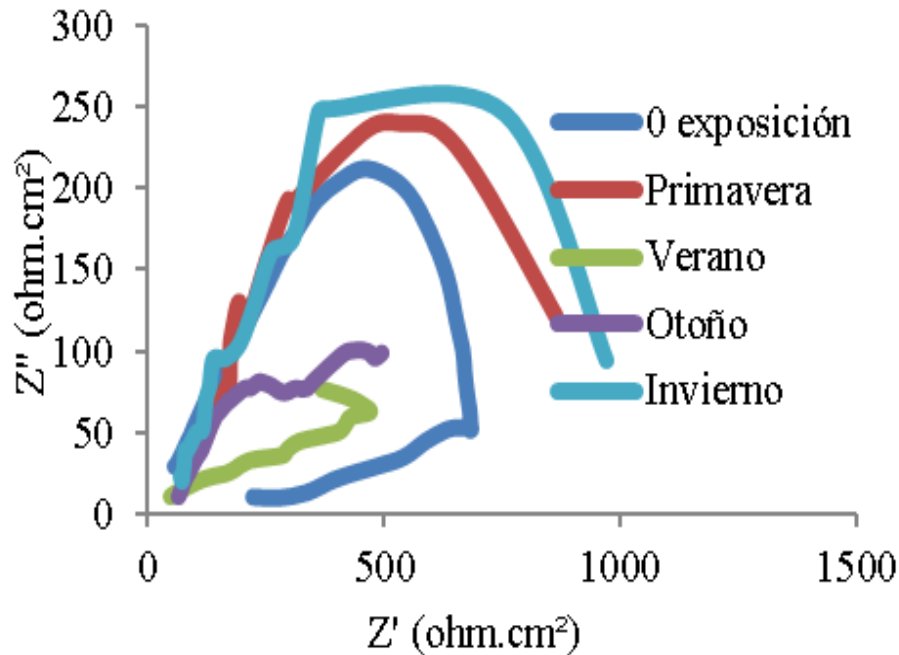
En el gráfico se observa un descenso de la densidad de corriente de corrosión en la estación de verano, lo cual coincide con la velocidad de corrosión para el acero  $1.93E-05$  mm/año.

Curvas de Polarización potenciodinámicas para el acero en exposición atmosférica de Papantla.



Universidad Veracruzana

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



En el gráfico se presenta el diagrama de impedancia de Nyquist para el zinc, donde se observa la presencia de un semicírculo en 0 exposición con valores de impedancia real e imaginaria de 680 y 200  $\text{ohm.cm}^2$  respectivamente. Los valores de mayor impedancia se encuentran en la estación de primavera, mientras que en otoño y verano son menores.

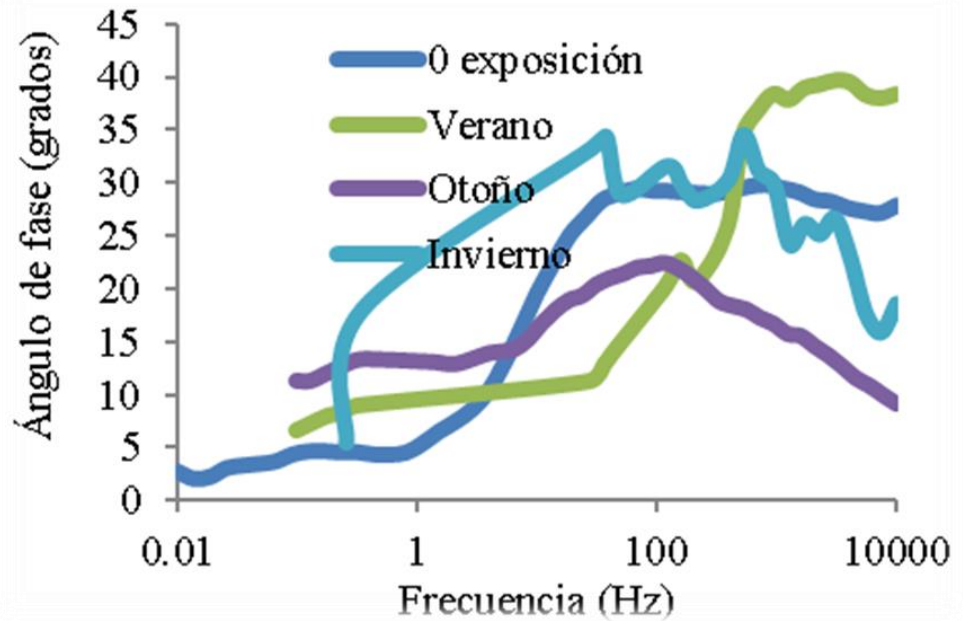
EIE en Nyquist para el zinc en exposición atmosférica de Papantla.



Universidad Veracruzana

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el gráfico se observa en la alta frecuencia (102-104) formación de películas de corrosión que presentan mayor resistencia durante la estación de verano.



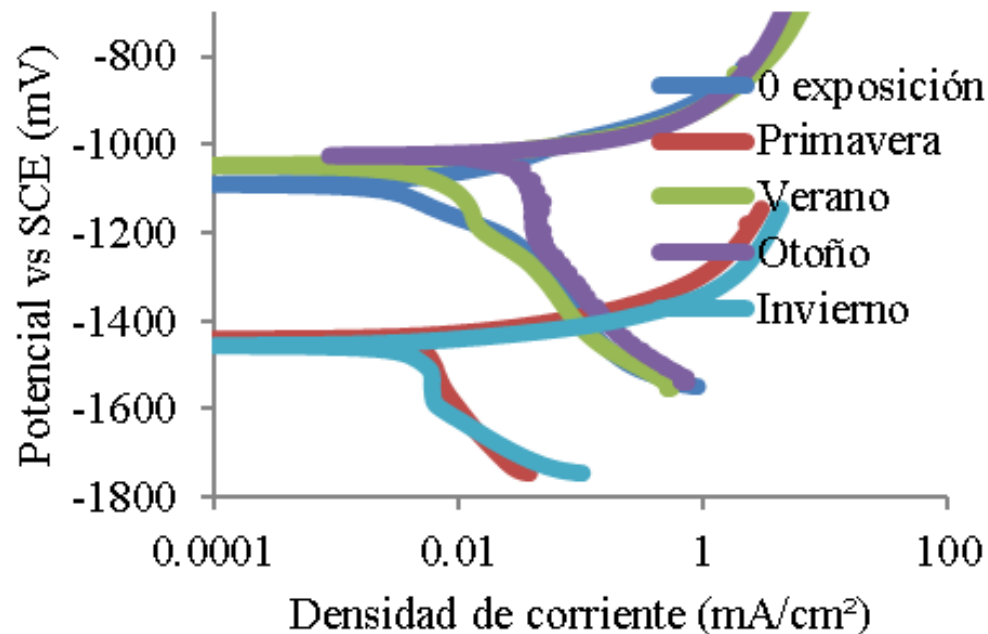
EIE en Bode para el zinc en exposición atmosférica de Papantla.



Universidad Veracruzana

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El intervalo de velocidad de corrosión del zinc se encuentra entre los valores de 0.2658 y 0.5894 mm/año y es en la estación de primavera donde se registra la velocidad de corrosión más baja.

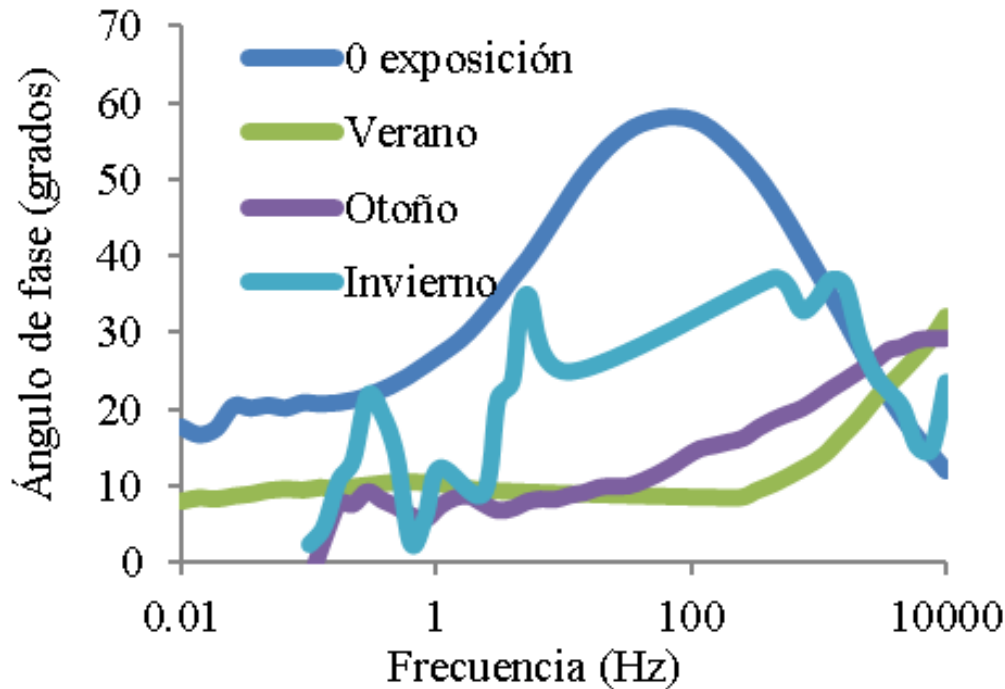


Curvas de Polarización Potenciodinámicas para el zinc en exposición atmosférica de Papantla.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Universidad Veracruzana

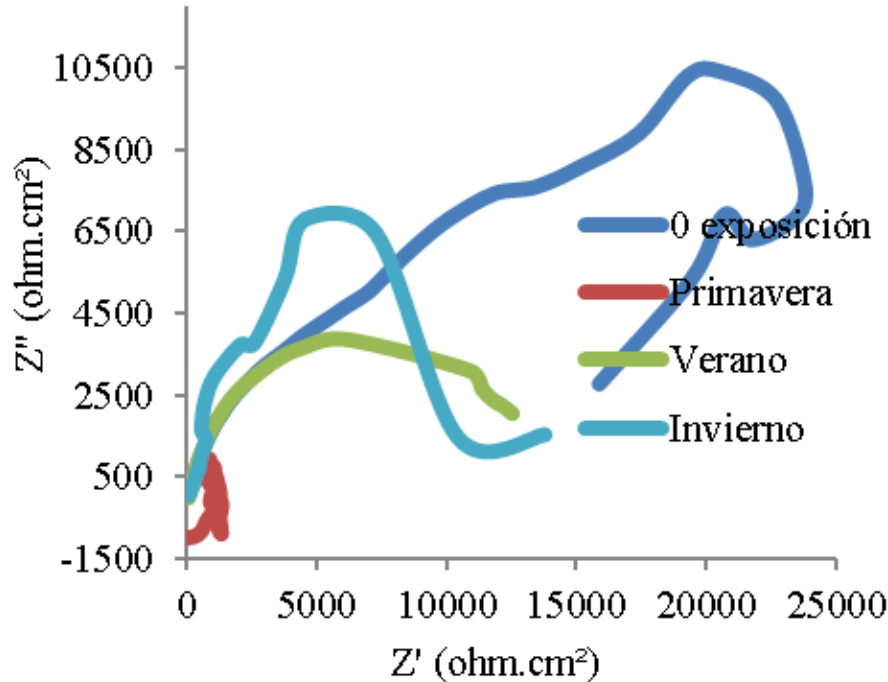


En el gráfico se observa corrosión por activación en las estaciones de verano, otoño e invierno, con difusión de especies electroactivas a nivel interfase.

Curvas de Polarización Potenciodinámicas para el cobre en exposición atmosférica de Papantla.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



EIE en Nyquist para el aluminio en exposición atmosférica de Papantla.

Los gráficos de Impedancia de Nyquist para el aluminio muestran que la corrosión inicia por activación al inicio de la exposición, debido a que los productos de corrosión forman películas permeables que no protegen al sustrato metálico. La mayor velocidad de corrosión se presenta en la estación de verano con 0.0324 mm/año, caso contrario a la estación de otoño que presenta una velocidad de corrosión de 1.21E-06 mm/año .

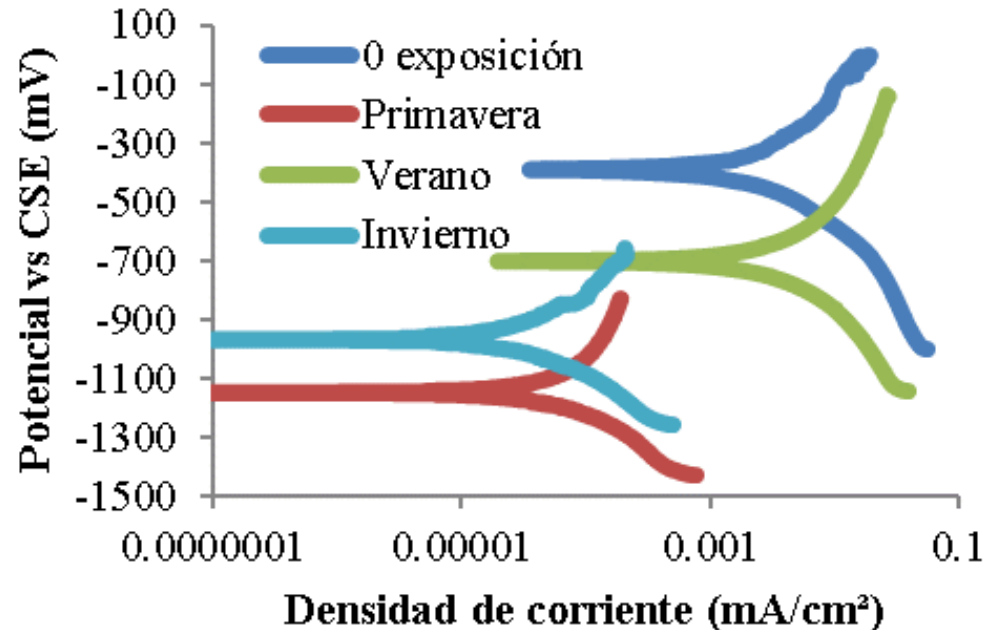




Universidad Veracruzana

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la curvas de polarización se observa que el aluminio presenta una disolución lenta, con densidades de corriente muy pequeñas por la película pasiva de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  que forma en la superficie y le otorga protección (Otero, 2001).



Curvas de Polarización Potenciodinámicas para el aluminio en exposición atmosférica de Papantla.



## V. CONCLUSIONES

- ✓ Los resultados obtenidos a partir de las técnicas electroquímicas, muestran que la atmósfera de la región del Totonacapan (Papantla) es agresiva, debido a la presencia de contaminantes en determinadas estaciones del año, también por los nortes y la atmósfera marina proveniente del Golfo de México, además de la atmósfera de tipo industrial producto de las actividades petroleras de la región.
- ✓ Cada uno de los metales mostró comportamiento diferente durante cada estación, las velocidades de corrosión varían en cada probeta metálica, de acuerdo a las estaciones del año. Sin embargo, el acero al carbono presenta la mayor velocidad de corrosión en las cuatro estaciones del año, contrario al aluminio que presenta velocidades de corrosión bajas en las cuatro estaciones del año.
- ✓ El aluminio es el metal que presenta mayor resistencia a la corrosión y por ende las velocidades de corrosión que presenta son más bajas.



## VI. FUENTES DE INFORMACIÓN

- ASTM. (2018). American Standard Testing of Materials International. Recuperado el 23 de enero de 2018, de <https://www.astm.org/>
- Escamilla N. R. J. (2017). Evaluación de la corrosividad atmosférica en el par galvánico alambre-tornillo, durante las cuatro estaciones del año, en la zona costera del estado de Veracruz. Tesis. Universidad Veracruzana, pp. 46-49.
- Gallardo C. E. (2014). Evaluation of Atmospheric Corrosion in the City of Tuxpan Veracruz. ECS Transactions. Volume 64, Issue 27, 2014, pp. 55-62.
- Genescá Llongueras J. y Ávila J. (1996). Más allá de la herrumbre I. Ed. Fondo de Cultura Económica, 2° reimpresión. México.
- ISO 8565 (2017). Internacionales Organization for Standardization. Recuperado el 23 de enero de 2018, de <https://www.iso.org/standards.html>.
- Lugo I. G. (2013). Evaluation of atmospheric corrosivity indexes in the city of Poza Rica Veracruz. ECSTransactions. Volume 47, Issue 1, 2013, pp. 189-194.
- Otero H. Enrique. (2001). Corrosión y degradación de materiales. Editorial síntesis. España.



**ECORFAN®**

**© ECORFAN-Mexico, S.C.**

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/](http://www.ecorfan.org/) booklets)