

## EFECTO ANTICORROSIVO DE LA APLICACIÓN DE $\text{CeO}_2$ SOBRE MG

---

**F. Fontinovo<sup>(1)</sup>, P. Torós<sup>(1)</sup>, M.C. Di Stefano<sup>(1)</sup>, U. Gilabert<sup>(1,2)</sup>, M. Sierra<sup>(1)</sup>, E. Abaca<sup>(1)</sup>, S. Ibañez<sup>(1)</sup>, F. Piazza<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup> UTN Facultad Regional Buenos Aires, Medrano 951, CABA, Argentina

<sup>(2)</sup> SEGEMAR, Avda. General Paz 5445. Edificio 14, San Martín, Pcia de Bs As, Argentina

E-mail de contacto: [mcrisdistefano@gmail.com](mailto:mcrisdistefano@gmail.com)

### **Resumen**

---

El magnesio es importante para la industria por su baja densidad, durabilidad, y buenas propiedades mecánicas. Su principal inconveniente es que sufre corrosión en medio acuoso en presencia de cloruros.

El objetivo del trabajo es brindar una solución a este problema, accesible en los aspectos técnicos, económicos y de bajo impacto ambiental.

Se presenta la aplicación  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$  (nitrato de cerio), con una aplicación previa de ácido clorhídrico (0,15M).

El método empleado fue la técnica de inmersión-emersión o “dip-coating”, que consiste en sumergir las muestras en la solución de reactivos determinados y extraerlas, a una velocidad fija, para luego realizar caracterización electroquímica, mediante técnicas potenciodinámicas.

Mediante los resultados obtenidos observamos un significativo aumento de la resistencia a la corrosión evidenciado por la disminución del  $i_{\text{corr}}$ .

**Palabras Claves:** Corrosión; Magnesio; Recubrimiento; Dip-Coating

---

### **1. Introducción y Objetivos**

El principal inconveniente del Mg es que resulta altamente susceptible a sufrir corrosión en medio acuoso en presencia de cloruros. El método tradicional de protección es mediante la deposición del anión cromato, que proporciona buenos resultados, pero resulta muy nocivo para el medio ambiente.

Nuestro objetivo es brindar una solución accesible en los aspectos técnicos, económicos y de bajo impacto ambiental.

En este trabajo se presenta el estudio de la aplicación de solución de  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$ , con un tratamiento previo en HCl (0,15M), sobre magnesio puro (99,99%).

Se empleó la técnica de inmersión-emersión o “dip-coating”, que consiste en sumergir las muestras en la solución de reactivos y extraerlas, a una velocidad fija, variando el número de inmersiones con el objetivo de determinar el óptimo que proporcione una máxima resistencia a la corrosión. Esto se evaluó mediante técnicas electroquímicas potenciodinámicas.

## 2. Metodología

Las superficies se pulieron para mejorar el anclaje de los recubrimientos. Se utilizó carburo de silicio en polvo de granulometría 120, 320 y 600  $\mu\text{m}$ , aplicado en ese orden y lavando las muestras al cambiar la granulometría. Se efectuó un lavado final en agua destilada, en un equipo de ultrasonido *TESTLAB TB10TA* ( $f=40\text{KHz}$ ,

Se preparó una solución de nitrato de cerio III 0,05M añadiéndole 25ml/l de agua oxigenada (100 volúmenes), con el objetivo de oxidar el  $\text{Ce}^{3+}$  a  $\text{CeO}_2$ . Mediante dip-coating se realizaron baños a una velocidad de 8 cm/min, con una inmersión de 30 segundos, intercalando lavados con agua destilada entre los mismos, y secado en aire caliente. (Brunelli et al (2005)).

Se realizaron tres ensayos variando la cantidad de inmersiones con el fin de determinar el número óptimo de las mismas. Se realizó un cuarto ensayo con un pre-tratamiento de la superficie consiste en una inmersión durante 20s en HCl (0.15M).

Los ensayos se denominaremos de la siguiente manera:

**A:** muestra desnuda

**B:** 5 inmersiones a 8cm/min durante 30s, con secados intermedios

**C:** 6 inmersiones a 8cm/min durante 30s, con secados intermedios

**D:** 7 inmersiones a 8cm/min durante 30s, con secados intermedios

**E:** 6 inmersiones a 8cm/min durante 30s, con secados intermedios y pre-tratamiento con HCl

Se caracterizaron mediante microscopía electrónica de barrido (MEB) las superficies de recubrimientos recién aplicados y después de estar en contacto con un medio agresivo. El espesor se determinó mediante el *Microprocessor CM-8826*. Los recubrimientos obtenidos por los dos métodos superaron el ensayo de cinta adhesiva.

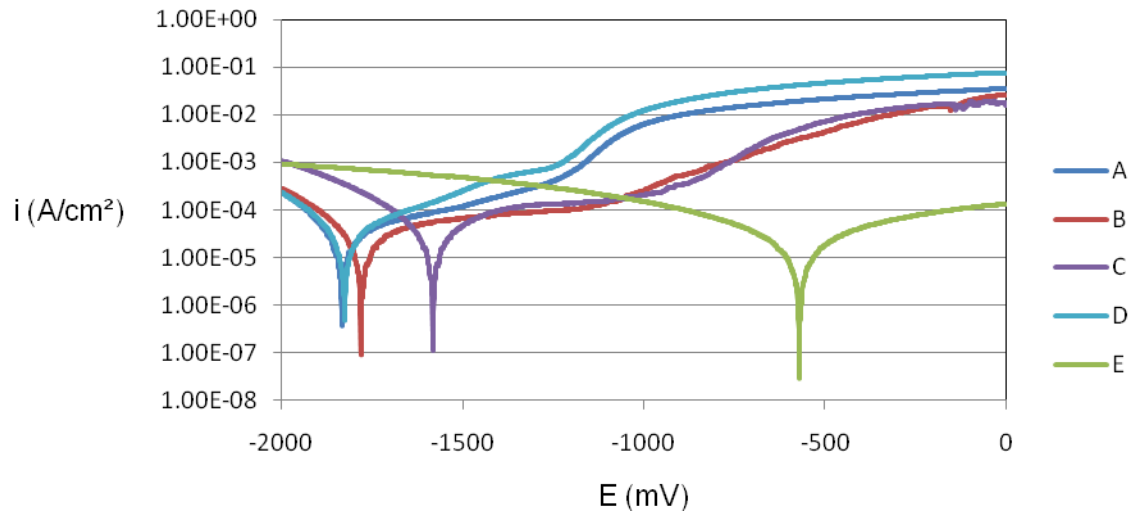
Se caracterizaron mediante la determinación de las curvas de polarización potenciodinámicas. Se empleó un potenciostato/galvanostato Teq\_4, con sistema de 4 electrodos (We, Re, Se, Ce) controlado por microprocesador que opera en el rango de corriente que va desde 5 nA FS hasta 250 mA FS.

Los ensayos potenciodinámicos se efectuaron a una velocidad de barrido de 50 mV/s, desde -2000mV a 0mV. Se realiza un período de retención del potencial durante 5 segundos a -2000mV con el fin de estabilizar la respuesta del equipo. Se empleó una celda convencional de vidrio Pyrex de 3 electrodos. Se utilizó un electrodo de referencia de calomel saturado y un contraelectrodo de platino. Los ensayos se realizaron en solución de NaCl 3,5% con aireación natural a 25°C.

Se completó el estudio mediante micrografías obtenidas en un microscopio *Philips XL 30 ESEM (SEGEMAR)* de las muestras recubiertas después de ser sometidas a los ensayos.

## 3. Resultados y Discusión

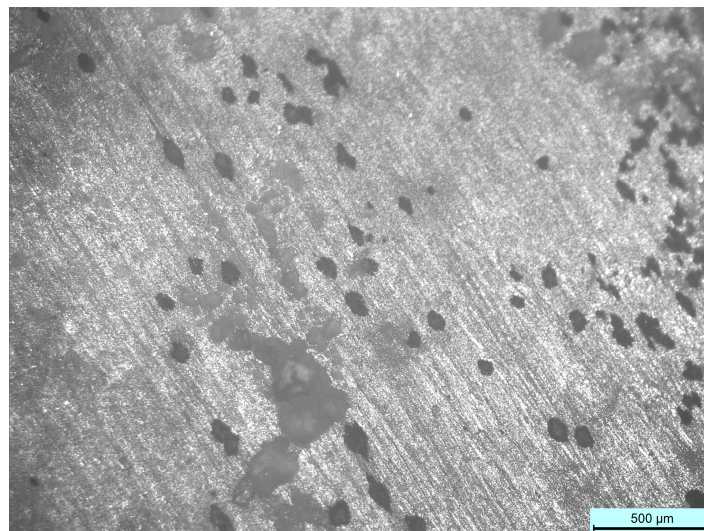
En la Figura 1 se presentan los resultados de los ensayos electroquímicos. Se ha indicado en azul la muestra sin recubrimiento, en rojo recubierta con  $\text{CeO}_2$  según procedimiento denominado B, en violeta según C, en celeste según D, y en verde según E. En la tabla 1 muestran los valores de la densidad de corriente,  $i_{\text{corr}}$  ( $\text{A}/\text{cm}^2$ ) y el potencial de corrosión,  $E_{\text{corr}}$  (mV), determinados en cada ensayo. Se obtuvieron micrografías de las muestras, después de estar en contacto con el medio agresivo. Figuras 2, 3 y 4.



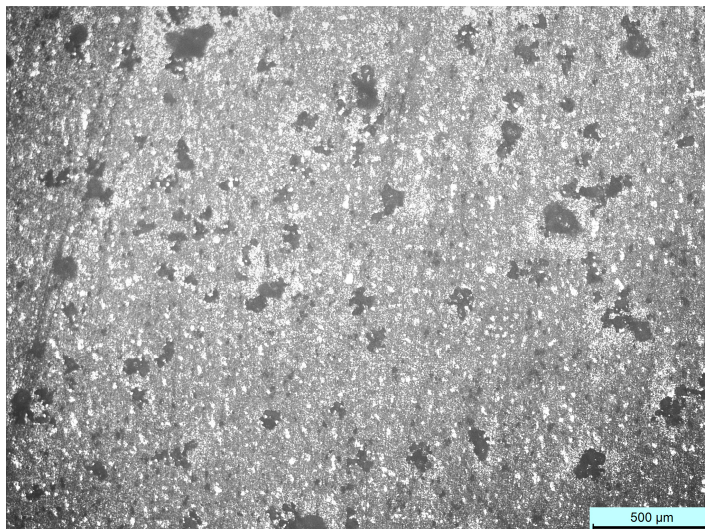
**Figura 1.** Curvas potenciodinámicas de los ensayos.

**Tabla 1.** Valores determinados de  $i_{\text{corr}}$  y  $E_{\text{corr}}$  en los ensayos electroquímicos.

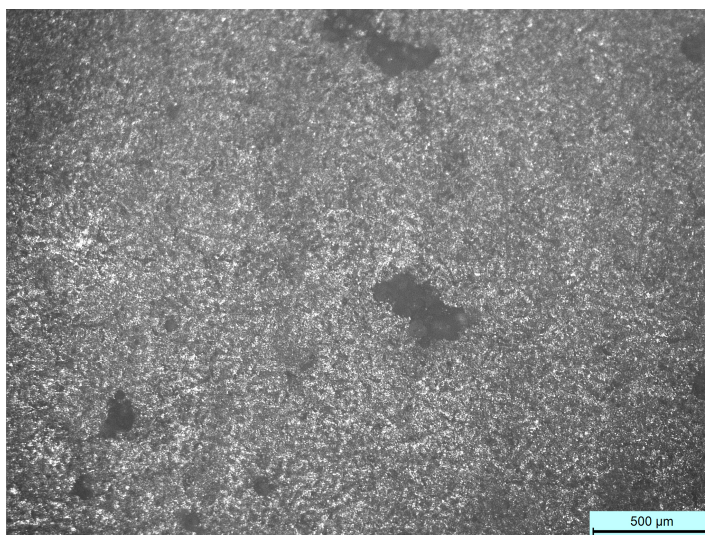
	A	B	C	D	E
$E_{\text{corr}}$ (mV)	-1833	-1780	-1582	-1827	-572
$i_{\text{corr}}$ (A/cm <sup>2</sup> )	3.82E-07	9.26E-08	1.17E-07	4.86E-07	2.94E-08



**Figura 2.** Mg puro sin recubrir posterior al ataque.



**Figura 3.** Mg puro recubierto según C posterior al ataque.



**Figura 4.** Mg puro recubierto según E posterior al ataque.

## 4. Conclusiones

Se verifica una marcada disminución de la densidad de corriente de intercambio ( $i_{corr}$ ) en las muestras tratadas según el último procedimiento. La rama anódica en todas presenta una zona horizontal, indicando pasividad. Las muestras recubiertas con  $CeO_2$ , según el procedimiento E, si bien presentaron corrosión por picado, tuvieron una mayor resistencia al medio agresivo que las muestras libres de recubrimiento y que las tratadas según C, manifestada en el mayor potencial de corrosión al que ocurre, y la menor densidad de corriente correspondiente. El efecto del ácido clorhídrico se evidencia en la buena adherencia de las películas. De esto se infiere que el número óptimo de inmersiones es 6 observándose una mejora en el resultado aún más si la muestra fue pre-tratada.

# XXXI Congreso Argentino de Química

25 al 28 de Octubre de 2016 Asociación Química Argentina

Sánchez de Bustamante 1749 – Ciudad de Buenos Aires – Argentina

The Journal of The Argentine Chemical Society Vol. 103 (1-2) January – December 2016 ISSN: 1852 -1207

Anales de la Asociación Química Argentina AAQAE 095 - 196

## Referencias

Brunelli, K et al. (2005). Effect of HCl pre-treatment on corrosión resistance of cerium-based conversion coatings on magnesium and magnesium alloys. Corrosion Science, 47, 989-1000.