

## PINTURAS EPOXÍDICAS BIOCIDAS CON PROPIEDADES ESTÉTICAS MEJORADAS

Marino, Sergio<sup>1</sup>; Moreno, Sergio<sup>2</sup>; Soares Lutterbach, Márcia<sup>3</sup>; Gonzalez, Maximiliano<sup>4</sup>; Pereyra, Andrea<sup>1,4</sup>

1 Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional La Plata, 60 esq. 124, 1900, La Plata, Argentina.

2 INN, CNEA-CONICET, Av. Bustillo Km. 9.5, 8400, San Carlos de Bariloche, Argentina.

3 LABIO-INT/MCT, Av. Venezuela 82, RJ 20081-310, Rio de Janeiro, Brasil.

4 CINDECA, CONICET, CIC-UNLP, 47 N°257, 1900, La Plata, Argentina.

[smarino315@gmail.com](mailto:smarino315@gmail.com)

**PALABRAS CLAVE:** zeolita Ag<sup>+</sup>/Zn<sup>2+</sup>, recubrimiento epoxídico, *P. aeruginosa*, propiedades estéticas.

### BIOCIDAL EPOXY COATINGS WITH IMPROVED AESTHETIC PROPERTIES

**KEYWORDS:** zeolite Ag<sup>+</sup>/Zn<sup>2+</sup>, epoxy coating, *P. aeruginosa*, aesthetic properties.

Los recubrimientos epoxídicos son reconocidos por sus excelentes propiedades mecánicas, como la dureza, la durabilidad, la resistencia a la abrasión, a los impactos y a los productos químicos. Estos atributos aseguran una protección adecuada para componentes en entornos industriales exigentes. El mecanismo de acción protectora se basa en la aislación del sustrato, también llamado efecto barrera, por ello son de amplio uso en la industria del petróleo, gas y agua para proteger las tuberías de la corrosión, y en general son acompañados por protección catódica. Así, por ejemplo, la etapa de explotación de crudo es crítica debido a los grandes volúmenes de agua presentes. En estos casos, las condiciones corrosivas del agua, las altas temperaturas y presiones, la salinidad, la concentración de sólidos en suspensión y las bacterias presentes en los pozos proporcionan condiciones para generar corrosión. También en la etapa de almacenamiento del crudo, el problema más crítico está relacionado con la proliferación de microorganismos en los tanques. Este proceso es promovido por la disponibilidad de varios nutrientes (agua, humedad, oxígeno, aditivos minerales). Por lo tanto, el crecimiento de organismos aerobios con propiedades surfactantes genera un producto contaminado, que puede conducir a una disminución de la calidad, formación de lodos, y corrosión de tuberías, filtros, válvulas, etc. [1].

Una protección contra la corrosión inducida microbiológicamente puede proveerse incluyendo un aditivo biocida en la etapa de elaboración de este tipo de recubrimientos. De este modo, se otorga un mecanismo de protección adicional que refuerza el de efecto barrera. Asimismo, la incorporación en las formulaciones de pinturas de zeolita A con cationes Ag<sup>+</sup> presentan un efecto antibacterial [2]. En trabajos previos, la evaluación microbiológica de pinturas tipo látex y epoxídicas demostró que la incorporación de zeolita tipo A intercambiada con Ag<sup>+</sup>/Zn<sup>2+</sup> era efectiva contra microorganismos aislados de la industria de refinación de petróleo como *Pseudomonas aeruginosa* y *Candida albicans*. Sin embargo, los recubrimientos con zeolita con alto nivel de Ag<sup>+</sup> mostraron un oscurecimiento de la película epoxi. Este efecto fue más pronunciado con el tiempo, afectando negativamente la apariencia visual de la película.

En este contexto, se formularon y elaboraron recubrimientos epoxídicos, modificados con cationes Ag<sup>+</sup> y Zn<sup>2+</sup> incorporados en una zeolita A, con el objetivo de hallar los niveles que proporcionen un desempeño biocida

adecuado sin afectar las propiedades estéticas de la película. Se sintetizó una zeolita A, dado que proporciona la mayor capacidad de intercambio catiónico. En el proceso de intercambio con soluciones de sales de los cationes biocidas se consideraron factores como las concentraciones de Ag<sup>+</sup> y Zn<sup>2+</sup> y la secuencia de adición al proceso. Las cantidades de Ag<sup>+</sup> y Zn<sup>2+</sup> en el sólido fueron determinadas por espectrometría de AA. Luego, cada sólido fue dispersado en la base epoxídica utilizando un tensioactivo adecuado. Posteriormente, se agregó el agente de curado a la resina (1/4 en volumen) y se dispersó, asegurando un flujo laminar. Los recubrimientos se aplicaron mediante pulverización sobre cupones de acero SAE 1010, 1x1 cm, grado A, desengrasados y luego lijados a grado Sa 2 1/2 (especificación SIS 05 59 00/67; rugosidad máxima Rm, 35 µm). El secado y curado de los cupones pintados se realizó en condiciones de laboratorio durante 7 días. El espesor de la película seca, medido con un equipo Fischer, fue de 110 ± 5,2 µm. La composición de las pinturas se describe en la Tabla 1. La actividad microbiológica contra *P. aeruginosa* de los recubrimientos fue medida estadísticamente mediante la cuantificación celular en el biofilm (técnica del Número Más Probable).

Tabla 1. Composición de las pinturas

Pintura	[Ag <sup>+</sup> ] y [Zn <sup>2+</sup> ] en la pintura (%p/p)
5260	[Ag <sup>+</sup> ]=21
5262	[Ag <sup>+</sup> ]=24/[Zn <sup>2+</sup> ]=4,8
5268	[Ag <sup>+</sup> ]=19,8/[Zn <sup>2+</sup> ]=5,2
5267	[Ag <sup>+</sup> ]=11,4/[Zn <sup>2+</sup> ]=7,4
5264	[Ag <sup>+</sup> ]=5,4/[Zn <sup>2+</sup> ]=6

Se observó que la pintura formulada sólo con zeolita con Ag<sup>+</sup> sufrió foto-oxidación. En contraposición la adición de Zn<sup>2+</sup> promovió películas de color blanco. Este hecho podría explicarse considerando la ocupación preferencial de los cationes en las cajas zeolíticas (Fig.1). La Ag puede ocupar los sitios en color gris y los verdes (anillos de 6 miembros), mientras que el Zn puede ocupar los verdes y posiblemente los de color rojo. La incorporación de zinc podría evitar la migración de especies de plata (cationes, clusters Ag<sub>m</sub><sup>n+</sup>) alojadas en las cajas sodalita y su

consecuente foto-oxidación (Fig.2). Los recubrimientos formulados con niveles más altos de  $Zn^{2+}$  en la zeolita y expuestos a condiciones ambientales durante cinco años no mostraron oscurecimiento y mantuvieron la capacidad biocida (Fig. 3 y 4). Estos resultados son prometedores para aplicaciones que utilizan estas zeolitas con alta capacidad de rehidratación, que al mismo tiempo requieren una actividad biocida duradera y la conservación de sus propiedades estéticas.

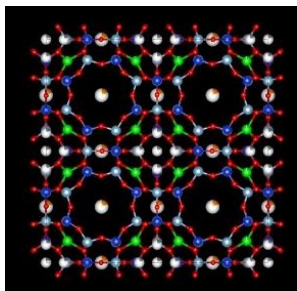


Figura 1. Distribución de  $Ag^+$  y  $Zn^{2+}$  en zeolita A



Figura 2. Zeolita A. Derecha:  $[Ag^+]=21\%$ . Izquierda:  $[Ag^+]= 11,4$  y  $[Zn^{2+}]= 7,4$ .

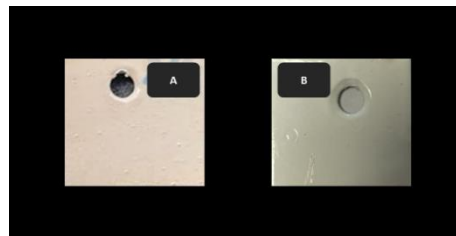


Figura 3. A) Pintura 5260. B) Pintura 5268.

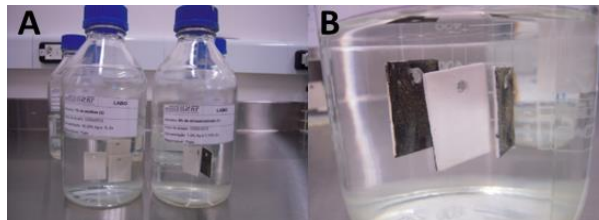


Figura 4. Ensayos microbiológicos.

#### REFERENCIAS

- [1] Videla, H.A. (2002). Prevention and control of biocorrosion, International, *Biodeterioration & Biodegradation*, 49, 259-270.
- [2] Binary, M.I.; Kirdeciler, S.K.; Akata, B. (2019). Development of antibacterial powder coatings using single and binary ion-exchanged zeolite A prepared from local kaolin, *Applied Clay Science*, 182, 105251.