

Neu M, Boukhalfa H, Merroun ML. (2010). Biomineralization and biotransformations of actinide materials. MRS Bulletin 35: 849-857.

Oestreicher Z, Valverde Tercedor C, Chen L, Jimenez-Lopez C, Bazylin-ski DA, Lower SK, Lower BH. (2012). Magnetosomes and magnetite crystals produced by magnetotactic bacteria as resolved by atomic force microscopy and transmission electron microscopy. Micron 43: 1331-1335.

Perez-Gonzalez T, Jimenez-Lopez C, Neal A, Rull-Perez F, Rodriguez-Navarro A, Fernandez-Vivas A, Iañez-Pareja E. (2010). Magnetite biomineralization induced by *Shewanella oneidensis*. Geochim Cosmochim Acta 74: 967-979.

Perez-Gonzalez T, Rodriguez-Navarro A, Jimenez-Lopez C. (2011). Inorganic Magnetite Precipitation at 25 °C: A Low-Cost Inorganic Coprecipitation Method. J Supercond & Novel Magn 24: 549-557.

Piñar G, Jimenez-Lopez C, Sterflinger K, Ettenauer J, Jroundi F, Fernandez-Vivas A, Gonzalez-Muñoz MT. (2010). Bacterial community dynamics during the application of a *Myxococcus xanthus*-inoculated culture medium used for consolidation of ornamental limestone. Microb Ecol 60: 15-28.

Rodríguez-Navarro C, Jroundi F, Schiro M, Ruiz-Agudo E, Gonzalez-Muñoz MT. (2012). Influence of substrate mineralogy on bacterial mineralization of calcium carbonate: Implications in stone conservation. Appl Environ Microb. 78: 4017-4029.

## Reducción del impacto medioambiental mediante el uso de biocidas Thor AMME™

**Marta Urizal Comas**

Thor especialidades S.A., Avda. de la Indústria 1, 08297 Castellgalí, Barcelona

Tras 10 años de investigación, el Grupo Thor (Figura 1) ha lanzado al mercado una nueva generación de biocidas para protección en film con numerosas ventajas respecto a los sistemas actuales.

Los biocidas de protección en film se añaden a una amplia gama de recubrimientos acuosos tipo pinturas, adhesivos, masillas y sellantes. Se usan para prevenir el

deterioro originado por hongos y algas. Actualmente, la mejora en la calidad de los recubrimientos consiste en aumentar la durabilidad de los mismos y así ampliar el periodo de repintado. Hasta ahora, la forma de extender el periodo de protección frente a una contaminación microbiana superficial se basaba en aumentar la concentración del biocida usado. Esta práctica ya no es aceptada debido



**Fig. 1.** Thor Especialidades, S.A. en Castellgalí, Barcelona.

a la mayor concienciación sobre el impacto medioambiental que estos biocidas pueden ocasionar. Los biocidas de protección en film son clasificados como tóxicos para el medioambiente dependiendo de la dosis a la que son usados. Los cambios actuales en la legislación han limitado su uso o han forzado a etiquetados severos en los productos que los contienen.

Aunque el uso de este tipo de biocidas es necesario, los activos biocidas se van perdiendo del recubrimiento por diferentes motivos, pueden degradarse o incluso migrar al medioambiente (Tabla 1).

PINTURA LÍQUIDA	PINTURA APLICADA – FILM O RECUBRIMIENTO	
pH	Evaporación	Lluvias
Temperatura almacenado	pH de sustrato	Condensación
Reacción con otros ingredientes	Degradación UV	Temperatura del sustrato

Tabla 1. Factores que afectan a la pérdida de activos biocidas en un recubrimiento.

derse, el sistema va liberando más biocida desde el carrier a la superficie pintada. El grado de migración y, por tanto, el tipo de protección ofrecida puede variar en función de los materiales de encapsulación y el tamaño de partícula de los carriers (Figura 2).

Los activos Thor AMME™ incluyen a los fungicidas: 2-n-octyl-4-isothiazolin-3-one (OIT), 4,5-dichloro-2-n-octyl-4-isothiazolin-3-one (DCOIT); iodopropargyl-N-butyl-carbamate (IPBC); Zinc 2-pyridinethiol-1-oxide (ZPT); y a los alguicidas: 3-(3,4-dichlorophenyl)-1,1-dimethylurea (Diurón), N2-tert-butyl-N4-ethyl-6-methylthio-1,3,5-tria-

## ACTIVOS AMME™

El Grupo Thor ha sido pionero en el desarrollo de una tecnología para la protección de los activos biocidas usados en la protección en film. 10 años de intenso trabajo han resultado en el desarrollo de Thor AMME™ (Advanced Micro Matrix Embedded), proceso mediante el cual los activos biocidas son encapsulados en un carrier inerte. Este sistema permite a las sustancias encapsuladas migrar desde el carrier a la pintura de forma progresiva. Cuando se aplica el recubrimiento a una pared y los activos empiezan a per-

zine-2,4-diamine (Terbutrina). La mayoría de biocidas de protección en film son mezclas sinérgicas de estos fungicidas y alguicidas.

La evaluación de esta innovadora tecnología ha incluido estudios de laboratorio a nivel analítico y microbiológico, pruebas de exposición exterior a largo plazo, ensayos toxicológicos, etc., y se ha realizado en diferentes países y por tanto, bajo diferentes condiciones climatológicas.

## VENTAJAS DE LOS ACTIVOS THOR AMME™ EN PINTURA LÍQUIDA

### Estabilidad Térmica

La temperatura a la cual puede verse sometida una pintura puede ser muy alta dependiendo del lugar donde se almacene, ej. contenedores de barcos, almacenes exteriores o en la propia superficie pintada, afectando directamente a la estabilidad del biocida contenido en la pintura. Se añadió a dos tipos de pintura IPBC AMME™ y IPBC estándar y se sometieron a 40°C durante diferentes periodos de tiempo. Los resultados de los análisis de estas muestras quedan reflejados en la Figura 3 y demuestran claramente la mejora en la estabilidad del IPBC AMME™ en ambas pinturas líquidas.

## VENTAJAS DE LOS ACTIVOS THOR AMME™ EN LA PROTECCIÓN EN FILM

### Estabilidad a luz UV

La luz UV puede degradar los biocidas de una pintura aplicada cuando el recubrimiento es expuesto al sol, siendo el IPBC y ZPT los activos más vulnerables(Figura 4).

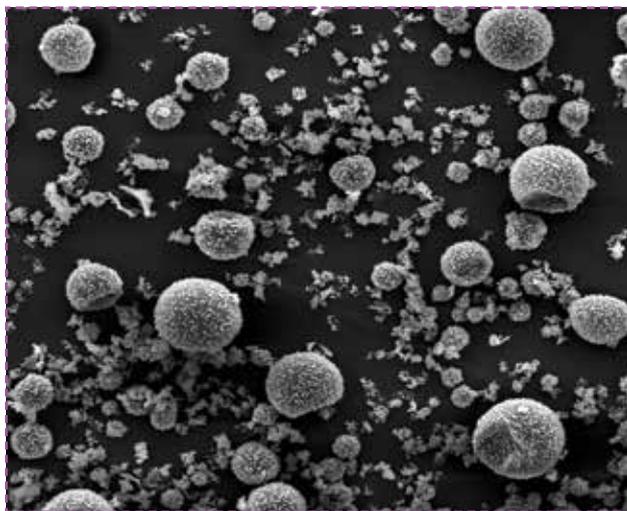


Fig. 2. Partículas de DCOIT encapsuladas.

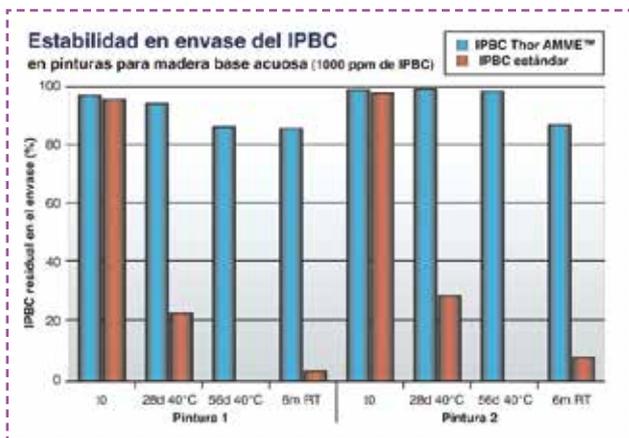


Fig. 3. Estabilidad del IPBC en pintura líquida.



Fig. 4. Decoloración en una pintura con IPBC.

### Estabilidad Térmica

La exposición a altas temperaturas es particularmente relevante en las pinturas para tejas u otros recubrimientos aplicados a metal que pueden alcanzar temperaturas más altas. El uso de activos AMME™ ha permitido mejorar la estabilidad de los biocidas usados en estas aplicaciones.

### Estabilidad a pH

El uso de biocidas AMME™ ha reducido el efecto que el pH provocaba a los activos tanto en la pintura líquida como en el propio recubrimiento, permitiendo actualmente usar biocidas en masillas y revocos de alto pH que normalmente degradarían cualquier tipo de biocida.

### EMISIONES

Los biocidas pueden perderse del recubrimiento por emisión al aire. Este punto es especialmente relevante en aplicaciones de interior cuando los biocidas pueden liberarse de la pintura recién aplicada en una habitación. En los resultados (Figura 5) se observan las diferencias en la concentración de biocida detectada en estudios de laboratorio después de la aplicación de una pintura con OIT y OIT AMME™.

No obstante, la mejora más importante tras el desarrollo de la tecnología AMME™ ha sido la reducción en la pérdida de activos desde un recubrimiento por la lixiviación causada por lluvia o condensación. Con el uso de activos AMME™ se ha extendido significativamente el periodo de protección ofrecido por esos activos con alta solubilidad al agua, y a la vez, se han reducido las concentraciones de biocida requeridas para un mismo grado de protección del film (Figura 6).

Numerosos estudios a nivel de laboratorio y campo han demostrado la mejora en la retención de los activos biocidas AMME™ en los recubrimientos. Este aumento de la retención de activos significa menor concentración de

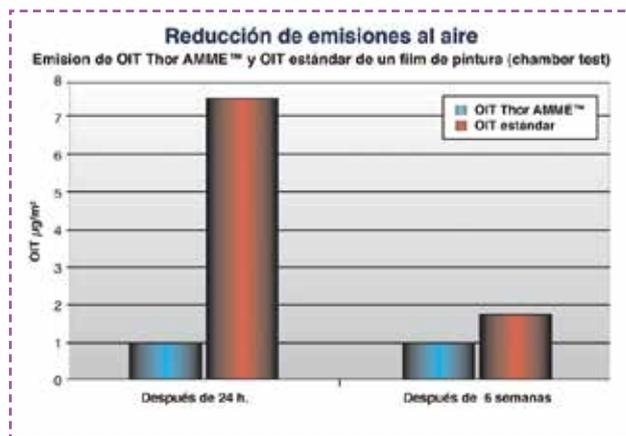


Fig. 5. Reducción de emisiones al aire.



Fig. 6. Estabilidad prolongada en el tiempo de los activos AMME™ a dosis más bajas.

biocida detectado en los cursos de agua provenientes del lavado de paredes pintadas, por la lluvia, etc. De hecho, el uso generalizado y creciente de agua de lluvia para uso doméstico o para cultivos hace sumamente importante que se reduzcan los niveles de biocidas usados.

### VENTAJAS DEL USO DE BIOCIDAS THOR AMME™

- Reducción de la decoloración —Ej. el amarilleo provocado por recubrimientos con IPBC se ve reducido.
- Estabilidad al UV mejorada —Ej. La degradación de activos como la DCOIT, ZPT y IPBC se ve reducida.
- Lixiviación reducida —Los activos son retenidos en el film durante más tiempo; se disminuye el riesgo del lavado de activos por lluvia y la consecuen-

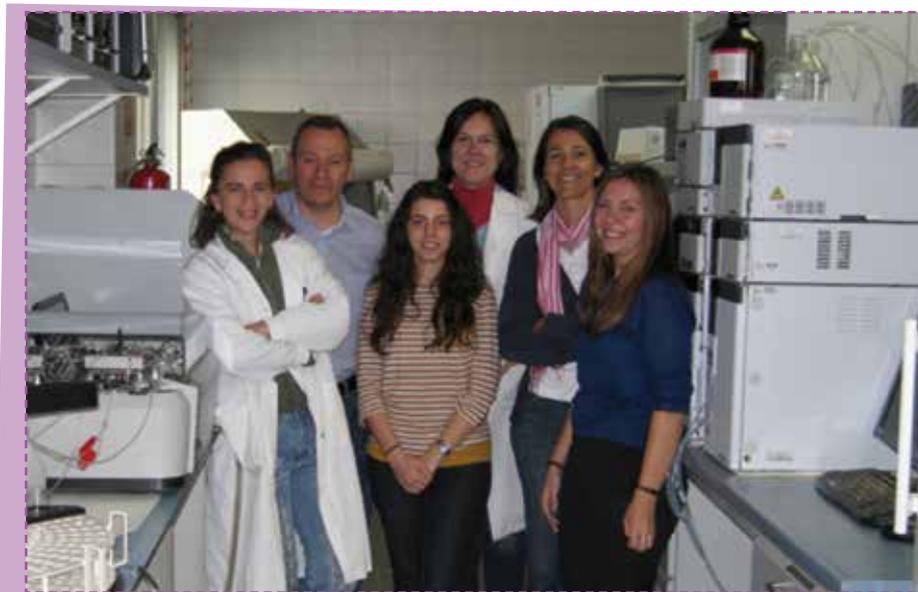
te contaminación de las aguas; menor pérdida de activos debido a lavado por lluvia o condensación.

- Estabilidad de los activos de protección en film mejorada en la formulación líquida.
- Reduce la pérdida de activos en condiciones alcalinas.
- Mejora del perfil toxicológico y medioambiental – Los activos demuestran ser menos tóxicos y se evitan ciertas clasificaciones de peligrosidad.
- Mejora la estabilidad térmica.
- Reduce la volatilidad de los activos – menores emisiones de los activos desde el recubrimiento; reduce los niveles de biocidas en áreas de interior.
- Reduce la cantidad de activo biocida necesario – Se requieren menores concentraciones debido a que hay menos pérdida de los mismos en el tiempo.

## Grupo de Biorremediación, Biología e Ingeniería química al servicio de la descontaminación

**N. Gonzalez<sup>1</sup>, F. Bautista<sup>2</sup>, M.C. Molina<sup>1</sup>, R. Simarro<sup>1,3</sup>, C. Vargas<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Biología y Geología (Área de Biodiversidad y Conservación), ESCET, URJC, C/Tulipán, s/n, Móstoles-28933 (Madrid). <sup>2</sup>Departamento de Tecnología Química y Ambiental, ESCET, URJC, C/Tulipán, s/n, Móstoles-28933 (Madrid). <sup>3</sup>Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Internacional SEK, Quito (Ecuador)



*De izquierda a derecha; M<sup>o</sup> del Carmen Molina, Fernando Bautista, Lucía Agudo, Carolina Vargas, Natalia González, Carolina Rubio. María Fernández y Raquel Simarro no están en la foto por estar en estancia post-doc en el extranjero.*