

CYTED-D Corrosión e impacto ambiental sobre materiales*

Leonardo Uller**

La corrosión o destrucción degradativa de los materiales a través de la interacción química o electroquímica con el medio en que se encuentran priorizados se manifiesta de diferentes formas en casi todos los sectores de la actividad humana. El fenómeno adquiere gran importancia en las áreas relacionadas con la salud, como la cirugía, los implantes ortopédicos y la odontología. Este fenómeno se extiende a otras aplicaciones en las que se hace necesario un control sistemático, como en el caso de la construcción civil de puentes y viaductos; en la prospección, explotación y distribución de petróleo, gas y sus derivados; y en las industrias química, alimenticia, naval, de papel y celulosa, aeronáutica y aeroespacial.

La reposición de equipos o piezas corroídas implica una pérdida de costo directo que estará acompañada de un costo adicional de energía y minerales para la fabricación de mayor cantidad de metal. En las *pérdidas directas*, éstos son costos de reposición de estructuras y equipos o de sus componentes, tales como cañerías, tubos de condensadores, tubos de escape y otros. También están relacionados con los costos directos, los de la prevención de la corrosión por el empleo de sistemas de protección superficial como pinturas o revestimientos metálicos, por el uso de protección catódica, por la adición de inhibidores al agua y por la deshumidificación de almacenes, entre otros.

Por otro lado, se deben considerar los costos indirectos motivados por la interrupción de la producción para la sustitución de las piezas dañadas o la pérdida de productos y la contaminación por fugas. La pérdida de eficiencia de equipos, como en el caso de las calderas por disminución de la transferencia térmica debido a los productos acumulados en los tubos, y la pérdida de productos alimenticios debido a la contaminación con los productos de corrosión de las

latas, son otros ejemplos de costes indirectos.

Todos estos problemas generan la necesidad de evaluar la incidencia económica de la corrosión. La mayor parte de los estudios realizados hasta ahora pertenecen a países con un mayor desarrollo industrial que los países iberoamericanos, donde la normalización técnica está más difundida y donde se impone el procedimiento de especificación de materiales y de mantenimiento y los costos de corrosión son del 2 al 4 por 100 del PNB. Los estudios evidencian que del 20 al 25 por 100 del coste total de la corrosión podría evitarse con una mejor aplicación de las diferentes técnicas de prevención existentes y con una mayor conciencia de los riesgos y perjuicios de la corrosión.

Corrosividad en Iberoamérica

A partir de los años sesenta, se ha venido realizando un gran esfuerzo para incrementar los recursos humanos en el área de la corrosión en los países iberoamericanos. El análisis de la situación de estos países, según un reciente estudio (1), ha permitido conocer más profundamente la realidad y alcanzar una serie de conclusiones. Así se constata la existencia de recursos humanos y materiales en todos los países abordados en este diagnóstico. Se observa, sin embargo, que este potencial, a pesar de existir, en algunos casos se encuentra "pulverizado" y es frecuente encontrar profesores e ingenieros aislados en sus universidades o industrias. Por otro lado, existen grupos de investigación bien equipados y con una masa crítica de profesionales, la mayor parte de los cuales trabajan en centros de investigación y laboratorios apoyados por el Gobierno o en empresas estatales.

A pesar de que los sectores industriales más comprometidos con la problemática de la corrosión son, en cierta forma, los mismos que despiertan interés en los países desarrollados, se observa que su tecnología no siempre puede ser transferida a Iberoamérica. Las condiciones del clima, temperatura, humedad y salinidad atmosférica son factores que inciden en la corrosividad de los países próximos al

Ecuador y en zonas tropicales del hemisferio sur, necesitándose, por tanto, soluciones propias a los problemas de esta región.

El desarrollo tecnológico endógeno, que tiene como resultado la propiedad industrial (patentes), no ha alcanzado aún niveles satisfactorios. En el área de los inhibidores de la corrosión (sector de especialidades químicas) la tecnología de fabricación corresponde, la mayor parte de las veces, a las compañías multinacionales y a grupos externos a la región. Esta situación se da con menor frecuencia en el área de las pinturas y en algunos revestimientos metálicos e inorgánicos.

En los países en los que la concienciación sobre los problemas de corrosión se ha extendido a diversos segmentos industriales, se observa un ambiente propicio para la creación de asociaciones. Este es el caso de siete países de la región, y la existencia de la Asociación Iberoamericana de Corrosión y Protección (AICOP) es prueba de ello. Hay que señalar que las dificultades económicas por las que la mayor parte de los países iberoamericanos atraviesan, hacen necesaria la unión de recursos humanos y de infraestructura para realizar proyectos de investigación y desarrollo en redes temáticas de interés común, tanto a nivel nacional como regional.

El ambiente propicio detectado a través de este diagnóstico, que recoge el enorme potencial existente y el interés iberoamericano sobre esta problemática, aconsejó la creación del Subprograma XV del CYTED-D para el estudio de la corrosión y el impacto sobre los materiales. En la actualidad este subprograma cuenta con el proyecto para la elaboración de un "Mapa Iberoamericano de Corrosión Atmosférica (MICAT)", y con la "Red Iberoamericana de información tecnológica sobre la corrosión (RICORR)".

Proyecto MICAT

El proyecto MICAT tiene como objetivo conseguir, en diferentes fases, un mayor conocimiento acerca de los mecanismos de corrosión en las distintas atmósferas

de Iberoamérica; establecer, a través de adecuados tratamientos estadísticos, expresiones matemáticas que permitan el cálculo de la corrosión atmosférica en función de parámetros climáticos y de contaminación; y por último, elaborar el mapa iberoamericano de corrosividad atmosférica. Todo ello permitirá sentar las bases para una selección óptima de los materiales metálicos y recubrimientos (convencionales y avanzados) que deban emplearse en las distintas situaciones de agresividad atmosférica.

Para el cumplimiento de este objetivo es fundamental disponer de una red de estaciones de corrosión atmosférica representativas de las condiciones climáticas imperantes de los países participantes en el proyecto. El conocer la agresividad de las distintas atmósferas, en función exclusiva de las condiciones climáticas, tiene un enorme interés científico y técnico. No hay que olvidar que un gran porcentaje de las estructuras metálicas están ubicadas en zonas densamente pobladas, donde la agresividad atmosférica depende también del grado de contaminación atmosférica por la presencia de poluyentes antropogénicos vertidos a la atmósfera. Por ello, una segunda fase del estudio abordará la contaminación para definir las agresividades atmosféricas de los distintos países iberoamericanos. Además, raramente las estructuras metálicas, en especial de acero, se exponen desnudas a la acción atmosférica. Debido a la alta corrosibilidad de este material, se suele proteger mediante recubrimientos de pinturas, componentes metálicos, de conversión, etc.

Importancia socio-económica de la corrosión atmosférica

La acción de la atmósfera sobre los metales constituye uno de los mayores problemas planteados en la corrosión. Las pérdidas directas e indirectas motivadas por la corrosión atmosférica son enormes, lo que es lógico si se tiene en cuenta que la mayoría de los equipos y construcciones metálicas se encuentran al aire libre. Algunos especialistas, entre ellos Tomashov, consideran que más del 50 por 100 de las pérdidas por corrosión se deben a que estas instalaciones están a la intemperie. Está demostrado, a través de distintos ensayos, que la velocidad de corrosión de los metales en la atmósfera puede ser decenas e incluso centenares de veces mayor en unos lugares que en otros, lo que justifica el interés en conocer las variables fundamentales que operan en la corrosión atmosférica por las que se origina esta gran dispersión de resultados.

La magnitud de la corrosión atmosférica depende fundamentalmente del tiempo que la superficie aparece húmeda (tiempo de humectación), aunque en realidad

influyen también una combinación de factores como la lluvia, la humedad relativa, la temperatura, etc. Por todo ello, el *clima* de la región juega un papel importante en la magnitud de la corrosividad atmosférica. Otro factor que determina la intensidad del fenómeno corrosivo es la composición química de la atmósfera (contaminación del aire con gases, vapores ácidos y aerosoles del agua de mar). El anhídrido sulfuroso y el cloruro sódico son los agentes corrosivos más corrientes de la atmósfera. El cloruro sódico se incorpora a la atmósfera desde el mar, siendo sus efectos muy acusados cerca de la orilla, donde el aire marino transporta grandes cantidades de sal.

Lejos del mar la contaminación atmosférica depende de la presencia de industrias y de núcleos de población. En este caso, el principal contaminante por su frecuencia e incidencia sobre el proceso corrosivo es el SO_2 , que proviene de la combustión de sólidos y líquidos que contienen azufre.

La trascendencia del fenómeno que nos ocupa justifica la continua búsqueda de relaciones, empíricas o teóricas, entre velocidad de corrosión y factores atmosféricos (meteorológicos y químicos).

En la actualidad, el proyecto MICAT cuenta con la participación de Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Ecuador, España, México, Panamá, Perú, Portugal, Uruguay y Venezuela.

Se ha instalado una red de estaciones de corrosión atmosférica formada por 71 puntos de experimentación que abarcan un amplio espectro de condiciones climáticas y de contaminación atmosférica. Colaboran en el proyecto 130 investigadores pertenecientes a 70 grupos de trabajo. Hasta la fecha se han realizado 4 reuniones internacionales de trabajo en Caracas (1988), Río de Janeiro (1989), San José de Costa Rica (1990) y en la base argentina en el continente antártico (1991).

Red RICORR

La "Red Iberoamericana de información tecnológica sobre la corrosión (RICORR)" tiene como objetivo la creación de un sistema que contemple la difusión de la información sobre corrosión y protección anticorrosiva, la competencia tecnológica de los países participantes y el estímulo de la innovación, facilitando y promoviendo el uso del conocimiento, sobre todo para la pequeña y mediana empresa.

Para facilitar el inicio de las actividades a corto plazo, los ocho países participantes establecieron un programa de trabajo que contempla la realización de una

encuesta dirigida a potenciales usuarios de los servicios que serán ofrecidos a través de la red. Con el resultado de los datos proporcionados por la encuesta, se establecerán los servicios de información y los productos que la red pueda ofrecer. Posteriormente se definirán los mecanismos de recolección y divulgación de la información generada por instituciones y especialistas iberoamericanos.

Las actividades previstas son la realización de una encuesta que ayude a identificar el perfil de los potenciales usuarios para adecuar los productos y servicios a sus necesidades; la elaboración de una serie de *cuadernos de divulgación* con la elaboración de una información básica sobre corrosión y protección anticorrosiva de forma simple y accesible a los usuarios, abordando aspectos básicos para la prevención y combate contra la corrosión; y la edición de una guía de fuentes de información tecnológica referida a esta problemática.

A partir del segundo año están previstas la elaboración de un glosario técnico de medios de divulgación y enseñanza audiovisuales, la edición de un boletín y la implantación de una base de datos que contenga la producción bibliográfica iberoamericana en este campo.

Del 9 al 13 de diciembre de 1991 se realizó en Medellín (Colombia) la primera reunión de trabajo para la implantación de la Red RICORR con la asistencia de representantes de Argentina, Brasil, Colombia, España, México, Perú, Portugal y Venezuela. Las áreas de interés que se desarrollarán en un futuro próximo incluyen la de la corrosión de elementos metálicos en el hormigón, que afectan a la construcción civil (puentes, viaductos, etc.); la de la corrosión en implantes quirúrgicos (prótesis) para el desarrollo de materiales de resistencia mejorada, menos costosos y compatibles con el organismo humano; y, por último, la de la corrosión en sistemas de distribución de agua en los centros urbanos y edificaciones.

* Debido al interés y actualidad del tema reproducimos el Documento que se publica en el n.º 33 de la Revista Política Científica.

** Coordinador del Subprograma XV (Corrosión/Impacto Ambiental sobre materiales) del CYTED-D.

(1) I. Uller. Diagnóstico regional/Bases para la estructuración del subprograma "Corrosión-Impacto Ambiental sobre los materiales". CYTED-D, octubre 1990, Madrid.

REUNIÓN DEL BOARD DE ENBRI, EN JEREZ DE LA FRONTERA (6 MAYO 1992), ESPAÑA



Dos aspectos de la reunión del Board de ENBRI.

El pasado 6 de mayo tuvo lugar en Jerez de la Frontera (Cádiz) la reunión semestral del Board de Dirección de ENBRI (European Network of Building Research Institutes), octava desde que se constituyó esta importante Red.

La reunión se celebró en el Hotel Jerez de esta localidad y contó con la asistencia de representantes de 14 Institutos de Investigación Europeos en el Campo de

la Construcción, 9 de ellos Directores de sus respectivos Centros. Por primera vez se incorporaron a esta reunión, en calidad de observadores, representantes de Institutos de 3 países de la EFTA, específicamente Suiza, Noruega y Finlandia. Todos los países de EFTA se incorporarán próximamente a la Red, con efectividad 1 de enero de 1993.

Tras aprobarse en la reunión diversos

acuerdos, entre ellos la constitución de 4 grupos de trabajo y celebración de un Simposio sobre Investigación y Desarrollo para Procesos Constructivos (Luxemburgo, 5 Feb. 1993), tuvo lugar una visita y posterior cena en las famosas bodegas Domecq de la ciudad jerezana. Como colofón del evento se organizó, el día 7 de mayo, una visita especial a la Exposición Universal EXPO 92, en la vecina ciudad de Sevilla.

* * *

DÉCIMO CONGRESO MUNDIAL DE INGENIERÍA SÍSMICA



Mesa presidencial en el Acto de Apertura

De izquierda a derecha: Srs. Bertero, Blázquez, Grandori, Arévalo, Jiménez Ugarte, Martínez, López Arroyo, Housner y Esteva.

Durante los días 19 al 24 de julio pasado se celebró, en el Palacio de Congresos y Exposiciones de Madrid, el X Congreso Mundial de Ingeniería Sísmica, al que asistieron más de 1.700 participantes procedentes de 52 países de todo el mundo.

Durante la celebración del Primer Congreso Mundial en Berkeley, en 1956, el interés por estas reuniones ha ido en continuo aumento, a lo que han contribuido significativamente el mayor número de terremotos devastadores registrados recientemente en zonas urbanas densamente pobladas. Felizmente, la ocurrencia de estos eventos también ha demostrado que la aplicación de los conocimientos de Ingeniería Sísmica disminuye notablemente el costo material y la pérdida de vidas humanas que estas catástrofes naturales pueden ocasionar.

El X Congreso Mundial, auspiciado por la Asociación Española de Ingeniería

Sísmica, ha constituido, sin duda alguna, una de las mayores convocatorias realizadas por la Ingeniería Civil Española en toda su historia. El rotundo éxito de este evento viene avalado por la cantidad y calidad de las ponencias y comunicaciones presentadas, así como por la presencia en Madrid de los mejores especialistas mundiales en la materia.

El Congreso se estructuró en forma de 157 Sesiones Técnicas, distribuidas en 149 sesiones orales y 8 sesiones de posters, que versaron sobre 17 áreas temáticas diferentes. Todos los artículos presentados (1.082) se compilaron en 10 volúmenes de Proceedings, con una extensión aproximada de 8.000 páginas.

Se introdujeron en la configuración del Congreso algunas componentes novedosas, tales como 10 Estados del Arte, 32 Comunicaciones Invitadas y 11 Sesiones sobre Temas Especiales (Workshops), estas últimas para debatir en grupos más reducidos cuestiones específicas que requieren un posicionamiento técnico de la Comunidad Científica o de la propia Asociación Internacional de Inge-

nería Sísmica. Un ejemplo de esto último fue el documento titulado: "Tiempo de Acción. Iniciativa para la Seguridad Sísmica Mundial", presentado en esta reunión en el contexto de la Década Internacional para la Reducción de Desastres Naturales.

Todos estos documentos aparecerán recogidos en el Volumen Post-Conferencia de los Proceedings del Congreso, que se editará a finales de año.

El Congreso fue inaugurado por el Ilmo. Sr. Don Javier Jiménez Ugarte, Director del ICI, en representación del Excmo. Sr. Don Javier Solana, Ministro de Asuntos Exteriores. La mesa inaugural contó con la presencia de los Directores Generales del CEDEX, Don Felipe Martínez, y del IGN, Don Angel Arévalo, así como Don Rafael Blázquez, Director del Instituto Eduardo Torroja y del Comité Organizador del Congreso, y Don Alfonso López Arroyo, Presidente de la Asociación Española de Ingeniería Sísmica. La Conferencia Magistral de apertura fue dictada por el profesor argentino Vitelmo Bertero, de la Universidad de Berkeley,

y la de clausura por el español José Manuel Rössset, de la Universidad de Austin (Texas).

En un emotivo acto, en el transcurso del banquete que precedió al cierre del Congreso, se entregaron 5 menciones honoríficas (placas personales grabadas en plata) a los profesores Housner (USA), Flores (Chile), Penzien (USA), Kanai (Japón) y Cherry (Canadá), por haber asistido a los 10 Congresos Mundiales celebrados hasta la fecha. Además se concedió un galardón especial al Prof. Ferry Borges, del Laboratorio Nacional de Ingeniería Civil de Portugal, por sus numerosas contribuciones técnicas y labor de investigación continuada en este campo.

La Ingeniería Sísmica española puede sentirse orgullosa de los resultados alcanzados en un compromiso internacional de esta envergadura, razón por la cual el Comité Organizador quiere felicitar y agradecer su inestimable contribución a cuantas personas, empresas y organismos públicos y privados hicieron posible este magno Congreso.

* * *

2.º EUROCARE

Market Place Conference

Entre los días 14 y 16 de Diciembre de 1992 se celebrará en el Hotel Park Avenue de Goteborg (Suecia) el 2.º EUROCARE Market Place Conference.

El Objetivo fundamental de esta reunión es el de poner en contacto a los diferentes profesionales involucrados en el campo de la conservación del patrimonio monumental en Europa (industriales, científicos, ingenieros, arquitectos, conservadores, restauradores, etc.) de modo que sirva de estímulo para la gestación de nuevos proyectos EUROCARE (EUREKA).

Los principales temas a tratar durante la Conferencia serán:

- Conservación urbana/mantenimiento de las ciudades.
- Sistemas estratégicos de conservación.

También se admitirán propuestas sobre cualquier tema relacionado con los problemas de la degradación de los edificios y su relación con el medio ambiente.

Presentación de proyectos y propuestas

La conferencia EUROCARE constituye una gran oportunidad para presentar nuevas ideas de interés en la industria, institutos de investigación, empresas consultoras, constructores, etc.

En un lugar próximo al de las conferencias se dispondrá de un área de Exposiciones de manera que empresas y todo tipo de profesionales puedan mostrar sus ideas y avances en torno a productos, técnicas, etc. directamente relacionadas con el sector de la construcción.

INFORMACIÓN

Cualquier información sobre EUROCARE puede ser solicitada al Dr. Ángel Palomo (Instituto de Ciencias de la Construcción "Eduardo Torroja", Madrid. Tfno.: 302 04 40 - Fax. 302 07 00).