

**TRABAJAR JUNTOS  
ES SINÓNIMO DE ÉXITO**

SI TODAVÍA NO ERES MIEMBRO DE AIAS  
**¡ÚNETE A NOSOTROS!**



Competitividad  
Representación  
Información y asesoramiento  
Networking  
Internacionalización  
AIAS Academy  
Intercambio de conocimiento  
Ferias y congresos  
Promoción y divulgación  
Sinergias otros Clústers

# Sumario

## Edita:

AIAS. Asociación de Industrias de Acabados  
de Superficies  
Carrer Indústria, 16  
08202 Sabadell

Tel. 93 745 79 69

[aias@aias.es](mailto:aias@aias.es)

[www.aias.es](http://www.aias.es)

## Coordinación y Publicidad:

Àngels Giralt

## Diseño y maquetación:

Imma Rossinyol

## Entrevista:

Zulima Martínez

## Consejo asesor:

Junta de gobierno de AIAS

## Impresión:

Difoprint, SL

## Tirada de este número:

2000 ejemplares

## Publicación:

4 números al año

## Dep. Legal:

5.307.1990

[www.aias.es](http://www.aias.es)



● P4

## COLABORACIONES

Tecnologías exentas en Cr(VI):  
avanzando en la sostenibilidad y  
reduciendo la huella de carbono.  
MKS-Atotech

Los desafíos contemporáneos en el diseño  
de cadenas de suministro sostenibles.  
Harvard Deusto

Acabado superficial de mezcladores y  
agitadores en el sector alimentario y  
farmacéutico. GPAInnova



## P22 MEDIO AMBIENTE

"Call For Evidence" sobre la restricción  
REACH para el trióxido de cromo  
y el ácido crómico



## P24 ENTREVISTA

Daniel Altimiras  
Presidente de Eurecat



## P30 ACTUALIDAD

Barcelonesa Group actualiza su marca  
y la identidad visual de las empresas  
del grupo

Proyecto Nanozone: saneamiento de  
aguas en galvanotecnia

Baterías duraderas, fiables y eficientes:  
Plasmatreat en el eMobility Valencia

Labencor, 10 años siendo referente  
en Euskadi como laboratorio  
especializado en corrosión



## P37 NOTICIAS TÉCNICAS

Harter  
Bowman  
Bautermic



## P41 ACTIVIDADES AIAS

Jornada técnica AIAS en Metalmadrid  
2023: resumen ponencias

AIAS firma un acuerdo de colaboración  
con FEX

BIEMH 2024: innovación, tecnología y  
conocimiento al más alto nivel

AIAS colabora con Advanced Factories  
2024

# técnica y *tecnología*

## TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y DE SUPERFICIES

### INFORMACIÓN PARA EMPRESAS Y PROFESIONALES

MANTÉNGASE PERMANENTEMENTE INFORMADO SOBRE LA  
INDUSTRIA DE LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y DE SUPERFICIES



**Interempresas**media

[www.interempresas.net/info](http://www.interempresas.net/info)

Más información: T. +34 936 802 027 - [comercial@interempresas.net](mailto:comercial@interempresas.net)

# TECNOLOGÍAS EXENTAS EN Cr(VI): AVANZANDO EN LA SOSTENIBILIDAD Y REDUCIENDO LA HUELLA DE CARBONO

**Pascal Poschmann**

OEM Manager Europe / MKS Instruments, Material Solutions Division

Con el aumento de la demanda mundial de tecnologías y productos químicos sostenibles y con bajas emisiones de carbono, MKS Instruments se esfuerza por minimizar el impacto ambiental de sus productos y tecnologías sin dejar de satisfacer las demandas de la industria. Con un enfoque en la conservación de agua y energía, la reducción de desechos y el desarrollo de alternativas libres de tóxicos, las innovadoras soluciones de MKS-Atotech están transformando la industria de los recubrimientos.

## UN FUTURO LIBRE DE Cr(VI)

Uno de los desafíos que enfrenta la industria de los recubrimientos es el cromo hexavalente, una sustancia peligrosa ampliamente utilizada que plantea graves riesgos para la salud y el medio ambiente. En respuesta a las regulaciones químicas y las preocupaciones sobre sostenibilidad, MKS ha dedicado importantes recursos al desarrollo de alternativas. Su último avance, Covertron® 600, es un proceso de pretratamiento sin PFAS, ni cromo, diseñado específicamente para plásticos.

## RENDIMIENTO Y CALIDAD

Covertron 600 es un proceso probado que ofrece rendimiento y calidad comparables al cromo hexavalente tradicional. Este innovador proceso de pretratamiento crea un patrón de mordentado similar al cromo hexavalente, al atacar químicamente la superficie del plástico, en un ambiente ácido y oxidante. Además, Covertron 600 funciona a temperaturas mucho más bajas que el mordentado sulfocrómico convencional, lo que lo hace más eficiente energéticamente. Aunque los tiempos de mordentado pueden variar según la resina, las condiciones de inyección y la complejidad de las piezas, el mecanismo de mordentado controlado logra valores de adhesión incluso superiores a las tecnologías existentes.

## VERSATILIDAD E INTEGRACIÓN

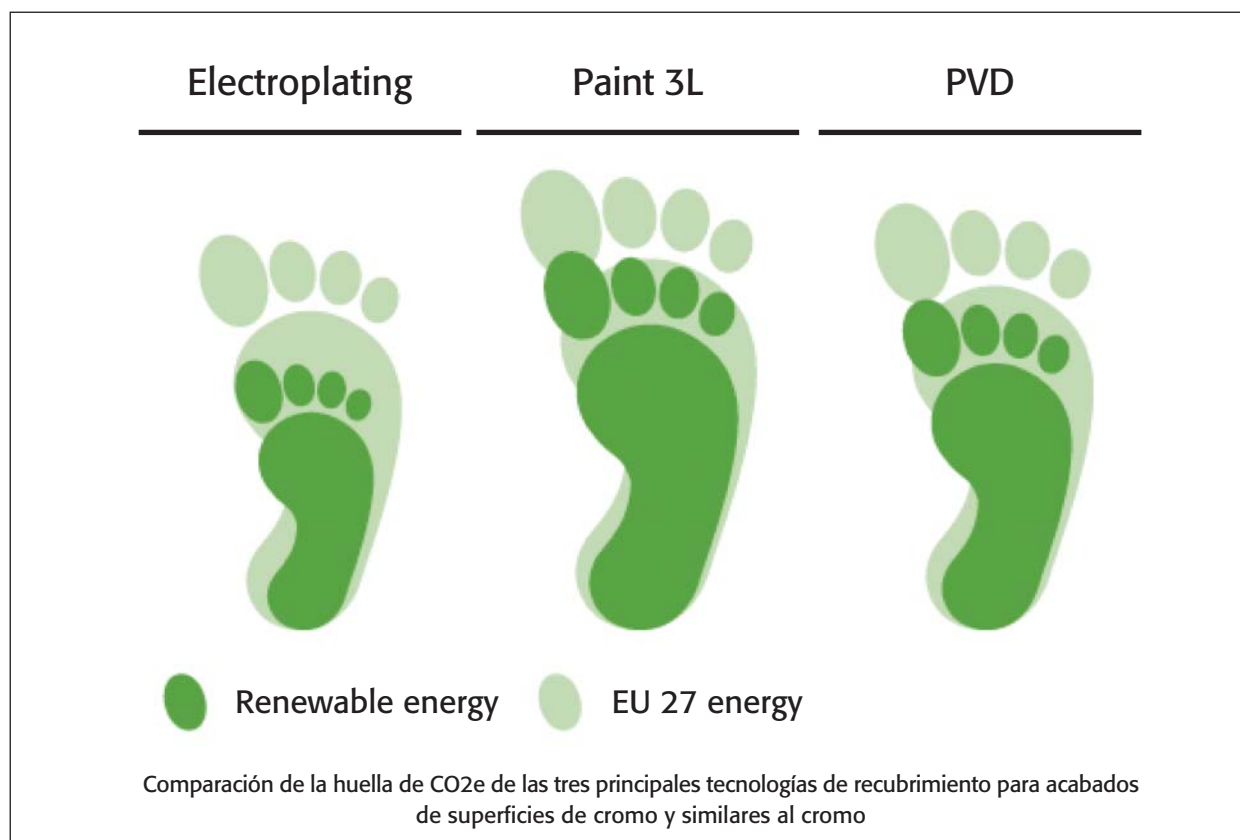
Covertron 600 es compatible con varios plásticos, incluidos ABS, ABS/PC, y materiales de recubrimiento selectivos, así como con ABS de alta temperatura (HH-ABS). Ha demostrado su versatilidad al superar los requisitos de apariencia, adhesión y ciclos térmicos de los principales fabricantes de equipos originales (OEM). El proceso sostenible se integra perfectamente en las líneas de cromado, lo que permite una fácil adopción.

## AMPLIANDO LOS ACABADOS SOSTENIBLES: TriChrome®

Además de Covertron 600, MKS ofrece una amplia gama de acabados sin cromo hexavalente con su gama TriChrome®. Sus acabados de cromo sostenibles tienen un auténtico "aspecto cromado" y al mismo tiempo ofrecen colores más oscuros que antes eran inalcanzables. La serie TriChrome® abarca desde acabados cromados decorativos muy brillantes hasta acabados en gris oscuro, siendo sus últimas incorporaciones un gris neutro y tonalidades cálidas muy oscuras. Estos acabados se prefieren en aplicaciones automotrices en todo el mundo debido a su excelente resistencia a la corrosión.

## BENEFICIOS INCOMPARABLES

El TriChrome® de Atotech también ofrece importantes beneficios operativos. En comparación con los procesos de cromo hexavalente, la familia TriChrome® aumenta la productividad y mejora los resultados del recubrimiento. La velocidad de deposición puede ser de dos a cuatro veces mayor, lo que requiere menos densidad de corriente. Se eliminan los fallos por interrupciones de corriente, los efectos corriente parásitas, las pasivaciones y los quemados, lo que da como resultado un proceso de cromado más



eficiente y confiable. Las soluciones TriChrome® pueden tolerar impurezas en varios rangos, simplificando el mantenimiento. Además, el equipo de intercambio iónico de Atotech especialmente desarrollado, prolonga la vida útil del baño, eliminando contaminantes metálicos.

#### CUANTIFICAR LA SOSTENIBILIDAD MEDIANTE EVALUACIONES DEL CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO

El compromiso de MKS con la sostenibilidad va más allá de la innovación de productos, con análisis del ciclo de vida de los productos y estudios de huella de carbono. Estos esfuerzos son clave para cuantificar el impacto ambiental de las operaciones y orientar la toma de decisiones hacia prácticas sostenibles. Al implementar estrictos marcos de sostenibilidad en todos los mercados para la marca Atotech, MKS se esfuerza por lograr operaciones consistentes y sostenibles en todo el mundo.

En un proyecto piloto europeo, MKS contrató a especialistas externos para recopilar datos precisos sobre la huella de carbono (kg CO<sub>2</sub>e) desde el origen hasta que las piezas están terminadas, de 160 recubrimientos decorativos y de metalizado de plásticos de Atotech. Esta evaluación

**El Acabado Superficial**  
está en nuestro ADN

**Acabado en Masa**  
Desarrollo de sistemas eficientes y tecnologías innovadoras - robustez y calidad

**Granallado**  
Soluciones de proceso personalizadas e inteligentes - fiabilidad y eficiencia energética

**AM Solutions**  
Soluciones integrales para equipos de post procesamiento y servicios de impresión 3D

Rösler International GmbH & Co.KG  
Tel. +34 935 885 585  
rosler.es@rosler.com  
www.rosler.com

**RÖSLER**  
finding a better way ...

integral analizó todo el ciclo de vida de cada pieza, evaluando factores como las operaciones de la línea de recubrimiento, las materias primas, los productos y los efluentes.

## LA GALVANOTECNIA TOMA LA DELANTERA EN EL ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA DE RECUBRIMIENTO

Además del análisis de la huella de carbono, MKS llevó a cabo un estudio detallado de tres tecnologías de recubrimiento destacadas para acabados de superficies de cromo metálico brillante o similares al cromo: galvanotecnia, pintura y PVD (deposición física de vapor).

El proceso de galvanotecnia, que comprende el pretratamiento de plástico, la metalización de plástico, recubrimiento de cobre, multicapa de níquel y cromo decorativo, ha resultado la opción más respetuosa con el medio ambiente. En particular, los métodos de metalización sin cromo hexavalente aportaron datos de huella de carbono más bajos. El sistema de pintura, particularmente en una configuración de tres capas con imprimación a base de agua, pintura base de agua y barniz base de solvente, tuvo la huella de carbono más alta de las tres tecnologías.

## MEJORAR LA SOSTENIBILIDAD REDUCIENDO EL CONSUMO DE ENERGÍA Y MATERIALES

El consumo de energía surgió como un importante contribuyente a la huella de carbono en las tres tecnologías. Los hornos a gas tuvieron un gran impacto en los procesos de pintura y PVD, al igual que los rectificadores en la galvanotecnia. Sin embargo, se reveló que la galvanotecnia tiene el mayor potencial para reducir la huella de carbono a través de recursos de energía renovables, allanando el camino para prácticas más sostenibles.

En términos de materiales, la galvanotecnia mostró un potencial significativo para reducir el consumo mediante la incorporación de materiales reciclados como cobre,

níquel y paladio. Por el contrario, los desafíos con los materiales orgánicos afectaron los procesos de pintura y PVD, creando mayores huellas de carbono. Los compuestos orgánicos volátiles (COV) también influyeron en las emisiones de pintura y PVD, lo que destaca la necesidad de una gestión cuidadosa.

Dado que los OEM impulsan la sostenibilidad global, MKS desempeña un papel vital en el cambio en toda la industria al brindar soluciones ecológicas. Combinar el análisis de la huella de carbono con la adopción de tecnologías de galvanotecnia más respetuosas con el medio ambiente, nos acerca a lograr una industria automotriz más sostenible.

### Acerca de Atotech

Atotech, una marca de la División de Soluciones de Materiales de MKS Instruments desarrolla tecnologías líderes de proceso y fabricación para la modificación avanzada de superficies, el metalizado químico y electrolítico y el acabado de superficies. Aplicando un enfoque integral de sistemas y soluciones, la cartera de Atotech incluye productos químicos, equipos, software y servicios para aplicaciones innovadoras y de alta tecnología. Estas soluciones se utilizan en una amplia variedad de mercados finales, incluyendo centros de datos, electrónica de consumo e infraestructuras de comunicaciones, así como en numerosas aplicaciones industriales y de consumo tales como automoción, maquinaria pesada y electrodomésticos.

Con su consolidada fuerza innovadora y su red global de TechCenter líder en el sector, MKS ofrece soluciones pioneras a través de su marca Atotech, combinadas con una asistencia *in situ* sin parangón para clientes de todo el mundo. Si desea más información sobre Atotech, visítenos en [atotech.com](http://atotech.com)

Datos de contacto:

Mikel Toledo / [mikel.toledo@atotech.com](mailto:mikel.toledo@atotech.com)



# Gente preparada

**M meditempus**  
EMPRESA DE TRABAJO TEMPORAL, S.A.

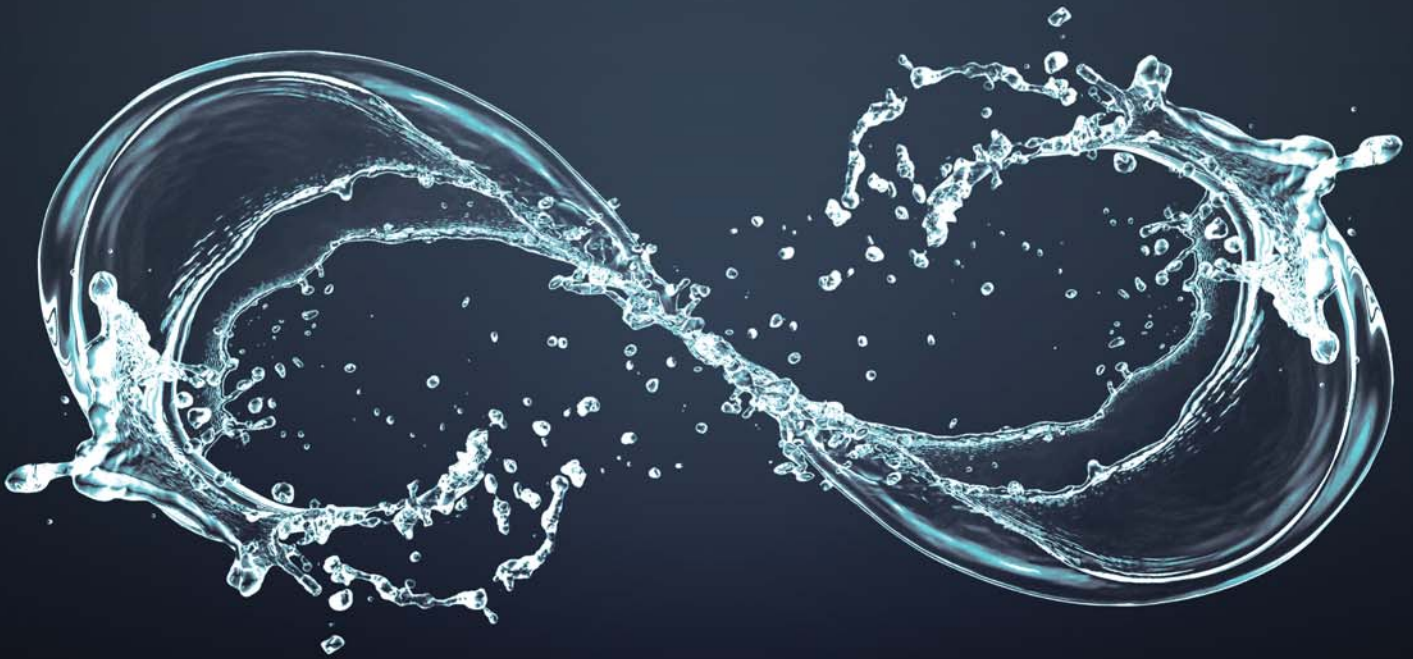
BARCELONA ESPLUGUES MADRID MANRESA MARTORELL MATARÓ MONTCADA PARETS RUBÍ SABADELL VILADECANS

Información y solicitud de servicios: Francesc Castillo - [francesc.castillo@meditempus.com](mailto:francesc.castillo@meditempus.com) - T 931 178 990 - M 600 468 443 - [www.meditempus.com](http://www.meditempus.com)



# Infinitamente eficiente

Nueva generación de recubrimientos  
electrolíticos de zinc níquel



## Ahorro de agua con el sistema de circuito cerrado Atotech CMA para zinc níquelado alcalino

Presentamos el Sistema CMA Closed Loop de Atotech, una solución innovadora para los recubrimientos electrolíticos de Zinc-Níquel alcalino. Esta tecnología revolucionaria encabeza la transición hacia la sostenibilidad reduciendo en un 90% los residuos y el tratamiento de las aguas residuales de zinc níquel.

Experimente prestaciones excepcionales y calidad de productos mejorada. Mantenga sus ventajas competitivas y alcance más rápidamente sus objetivos en sostenibilidad gracias a su mayor eficiencia, menor consumo energético y ahorros con el Sistema CMA Closed Loop de Atotech.

Para mayor información sobre soluciones para el tratamiento de superficies, escanee el código QR adjunto.



# LOS DESAFÍOS CONTEMPORÁNEOS EN EL DISEÑO DE CADENAS DE SUMINISTRO SOSTENIBLES

Yasel Costa

Artículo publicado en Harvard Deusto Business Review Núm.137

## ¿CUÁLES SON LAS TENDENCIAS EMERGENTES QUE PLANTEAN MAYORES RETOS A LAS ORGANIZACIONES A LA HORA DE DISEÑAR O REDISEÑAR, Y POSTERIORMENTE OPERAR, SUS REDES DE CADENAS DE SUMINISTRO?

Una revisión de las publicaciones recientes y actuales en el campo del diseño de redes de cadenas de suministro y, en concreto, de la planificación de la gestión de instalaciones pone de manifiesto la existencia de un importante corpus de trabajos publicados, especialmente en lo referente a la modelización matemática de las redes, pero también la existencia de ciertas lagunas en el contenido que abarcan estas publicaciones. En particular, destaca su énfasis en el diseño de redes de nueva construcción, en vez de ocuparse de la necesidad de rediseñar las redes ya existentes, algo que, posiblemente, es más típico. Esta revisión también identifica cinco tendencias o cuestiones distintas, pero profundamente conectadas (la sostenibilidad, las economías circulares, la obtención de datos, las disrupciones y la resiliencia y el comercio minorista omnicanal), que tienen implicaciones significativas a la hora de planificar la ubicación de instalaciones y que, si se investigaran en mayor profundidad, sin duda aportarían beneficios significativos.

### UNA TOMA DE DECISIONES VITAL Y CONTINUA

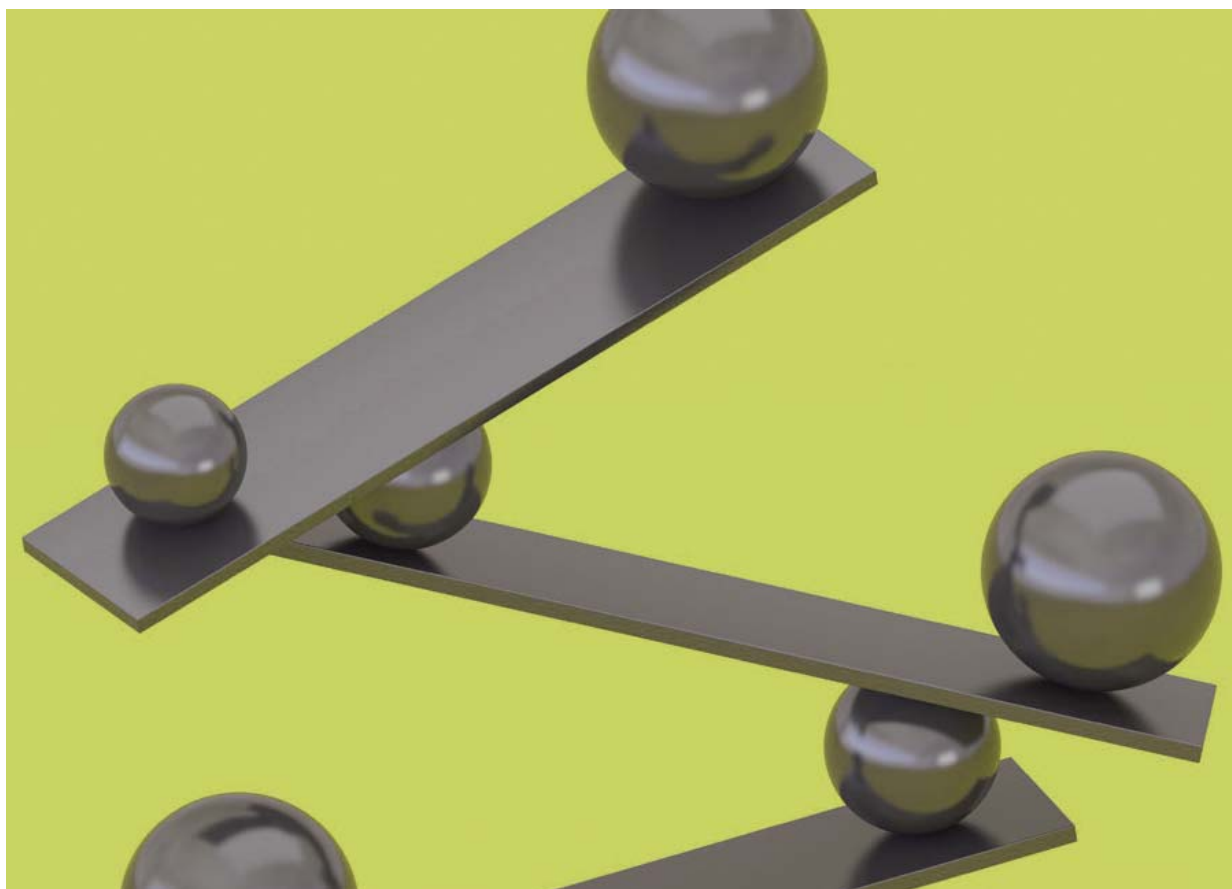
Especialmente en el actual clima económico y político de volatilidad e incertidumbre, el diseño de redes de cadenas de suministro (SCND, por las siglas de *supply chain network design*) y la adecuada ubicación física de las distintas instalaciones implicadas tienen una importancia crítica y continuada. Aunque, tal vez, “rediseño” sería un

término más apropiado, ya que es relativamente raro que una empresa pueda permitirse el lujo de diseñar una red de cadenas de suministro partiendo de cero. En cualquier caso, la planificación y optimización de la ubicación física de las distintas instalaciones implicadas en la cadena de suministro es una tarea vital y continua, más aún dado el complejo conjunto de interdependencias entre la situación de las instalaciones y muchos otros aspectos de la planificación y funcionamiento de las cadenas de suministro.

Físicamente, una cadena de suministro comprende una red de instalaciones empleadas en última instancia para satisfacer la demanda de los clientes de forma eficiente y eficaz. Estas instalaciones van desde las fábricas y almacenes de los proveedores, pasando por las plantas de producción, transformación y montaje, hasta los centros de distribución y establecimientos comerciales.

Entre las principales decisiones a la hora de diseñar estas redes figuran:

- **La selección** (y, por tanto, la ubicación) de los proveedores.
- **La localización** de las diferentes fábricas, almacenes y otras instalaciones con las que se va a operar.
- **Las capacidades** de las instalaciones.
- **Las tecnologías** que se van a implementar (por ejemplo, la automatización).
- **La adjudicación de los productos** y el flujo de materiales que pasará por esas instalaciones (ya que la red casi siempre trabajará con una gama de productos que pueden tener procesos de producción y distribución muy distintos).
- **La selección** de los modos de transporte que se emplearán.



Además, cada vez resulta más necesario analizar la red en términos de logística inversa: la necesidad de retirar productos redundantes, sustituidos o rechazados, los materiales del transporte y otros embalajes.

Evidentemente, el objetivo es identificar la configuración de red con el menor coste total o el mayor beneficio total que pueda lograrse, dadas las limitaciones en recursos y tecnologías y las exigencias del servicio al cliente. Pero incluso la cadena más sencilla (proveedor-fabricante-distribuidor- cliente) tiene ya una complejidad considerable, y sus costes o beneficios se ven constantemente afectados

por las fluctuaciones en los costes relativos o absolutos de los insumos, los cambios en el volumen o la localización de la demanda y las políticas que rigen el comercio internacional, que pueden responder a causas geopolíticas, o ser el resultado de cambios en los modelos y estrategias comerciales de la propia empresa.

Como ya se ha señalado, normalmente, la empresa parte de una cadena de suministro preexistente, y necesita plantearse si mantiene, cierra o reconfigura las distintas instalaciones. El rediseño de la cadena de suministro también puede ser provocado por fusiones, adquisiciones y alianzas.

**EL OBJETIVO ES IDENTIFICAR LA CONFIGURACIÓN DE RED CON EL MENOR COSTE TOTAL O EL MAYOR BENEFICIO TOTAL QUE PUEDA LOGRARSE, DADAS LAS LIMITACIONES EN RECURSOS Y TECNOLOGÍAS Y LAS EXIGENCIAS DEL SERVICIO AL CLIENTE**

#### **LA PLANIFICACIÓN DE LA UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES**

No es de extrañar que el diseño de redes de cadenas de suministro, a nivel estratégico, haya sido, desde hace muchos años, un área donde se ha investigado activamente; aunque los primeros modelos se limitaban a problemas de ubicación de las instalaciones (FLP, por *facility location problems*) relativamente sencillos (o poco realistas), sin apenas referencias al conjunto de la cadena de

suministro. Más recientemente, se han desarrollado modelos matemáticos que tratan de integrar los FLP con otras decisiones que se deben tomar al diseñar una cadena de suministro, como la selección de proveedores y la adquisición de materiales, la planificación y gestión de la producción y los inventarios, las tecnologías aplicables, los modos de transporte y la logística inversa, entre otras.

Los primeros intentos de optimizar la ubicación de las instalaciones se remontan a siglos pasados, cuando se intentó situar los almacenes de manera que se minimizaran los trayectos totales entre estos y los clientes. Las estrategias más recientes se han diversificado hasta el punto de que se pueden hacer clasificaciones bastante complejas, según, por ejemplo, el ámbito de aplicación o el tipo de empresa, los datos de los que se dispone, el número y el tipo de instalaciones y mercancías, la integración con otras decisiones de la cadena de suministro y, por supuesto, el tipo de análisis matemático seleccionado. Resulta de una importancia emergente saber cuál es el objetivo real del ejercicio: ¿tiene como única meta optimizar el coste/beneficio o hay múltiples finalidades, que tal vez incluyan la agilidad de respuesta, la resiliencia (un tema favorito en la actualidad) o una gama cada vez más amplia de propósitos sociales y medioambientales?

Desde el punto de vista matemático, los FLP pertenecen a la clase de problemas combinatorios NP-hard (difíciles). Los métodos de resolución propuestos se dividen entre algoritmos exactos y estrategias de aproximación. Varios algoritmos exactos se han aplicado con éxito a problemas de localización en el diseño de redes de respuesta a emergencias, ayuda humanitaria, cadenas de suministro agrícolas y logística inversa. Examinando la literatura publicada, parece que las estrategias de aproximación son más frecuentes que los métodos exactos, y que los investigadores hacen un importante uso de paquetes de software comerciales como CPLEX y GAMS. (También llama la atención que los problemas de ubicación de instalaciones y el diseño de rutas en el ámbito sanitario han sido objeto de especial atención por parte de los investigadores).

De los 164 trabajos examinados que estudian los FLP, aproximadamente, la mitad utilizan datos reales y la otra mitad, datos sintéticos. Sin embargo, es aún más destacable que muy pocos estudios publicados se centran en casos *brownfield* (es decir, en el análisis de situaciones en las que las decisiones sobre la ubicación de instalaciones tienen que ver con el rediseño de una red existente), a pesar de que esta es, evidentemente, la situación más típica. De hecho, 154 estudiaban un escenario *greenfield*,

donde el proyecto parte de cero (de los cuales, poco más de la mitad de ellos se basaban en datos reales). Solo se encontraron diez análisis *brownfield*, y solo tres de ellos utilizaban datos reales (¡y dos de ellos eran del mismo autor!).

Así pues, parece ser que la mayor parte de los estudios de FLP se dedican al análisis de modelos autogenerados, y posiblemente idealizados, de diseño de redes de cadenas de suministro *greenfield*, en lugar de a situaciones de rediseño, más típicas o reales. Afirmar que “se requiere más investigación” es un tópico académico, pero en este caso parece ser verdad (para ser justos, es posible que muchas de las cadenas de suministro de la “vida real”, quizá la mayoría, sean de una complejidad que desborda las técnicas de modelización, a no ser que nos limitemos a construir un gemelo digital completo y a jugar con él).

A pesar de estas limitaciones, las investigaciones sobre FLP están generando ideas útiles para los responsables de la toma de decisiones en el diseño o rediseño de cadenas de suministro. Estas ideas resultan cada vez más necesarias, ya que las dificultades y los acontecimientos inesperados (desde pandemias hasta barcos que embarrancan en el canal de Suez) parecen poner a prueba constantemente las configuraciones estratégicas de las cadenas de suministro ya existentes y, por tanto, las decisiones referentes a la ubicación de las instalaciones.

En la literatura reciente, se pueden identificar cinco tendencias o temas generales con implicaciones para los FLP y que plantean necesidades de diseño/rediseño de la cadena de suministro que van más allá de los ajustes cotidianos que cualquier cadena de suministro efectúa para hacer frente a los cambios en las condiciones del mercado.

**MUY POCOS ESTUDIOS PUBLICADOS  
SE CENTRAN EN CASOS ‘BROWNFIELD’  
(ES DECIR, EN EL ANÁLISIS DE SITUACIONES EN LAS QUE LAS DECISIONES SOBRE  
LA UBICACIÓN DE INSTALACIONES  
TIENEN QUE VER CON EL REDISEÑO  
DE UNA RED EXISTENTE), A PESAR DE  
QUE ESTA ES, EVIDENTEMENTE,  
LA SITUACIÓN MÁS TÍPICA**

# SurTec Cromo Trivalente

Blanco, Oscuro ... y para el medioambiente Verde



**¡Una alternativa de futuro para solucionar sus problemas del presente!**

## Procesos de CROMADO DECORATIVO TRIVALENTE

Una solución específica para cada tipo de aplicación:

- **SurTec 881 ACL Shield** Alta protección anticorrosiva (CASS, anti- $\text{CaCl}_2$ )
- **SurTec 882 BK Shadow** Acabado oscuro "fumé"
- **SurTec 883 EX White** Color extremadamente blanco, similar al Cr hexavalente



Polígono Villalonquéjar  
Calle Escudo, 3  
09001 BURGOS  
Tel.: 947 29 85 53 - 947 29 85 54  
E-mail: [coquinesa@coquinesa.es](mailto:coquinesa@coquinesa.es)

Bilbao · Barcelona · Valencia · Madrid

[www.coquinesa.es](http://www.coquinesa.es)

## TENDENCIA 1. SOSTENIBILIDAD

Las empresas se están familiarizando con el concepto de la triple cuenta de resultados; es decir, basar la estrategia empresarial en los tres pilares de la sostenibilidad: economía, medio ambiente y sociedad. O, dicho de forma más cruda, no destruir la empresa, no destruir el planeta y no destruir la vida de las personas. Este planteamiento se está viendo cada vez más reforzado por las políticas reguladoras y el activismo de los *stakeholders*.

Desde el punto de vista económico, la mayoría de las iniciativas de SCND se han concentrado en conseguir el menor coste total, en contraposición a maximizar los beneficios, cosa que puede reflejar la típica visión de las actividades de la cadena de suministro como costes, en lugar de entenderlas como generadoras de ganancias.

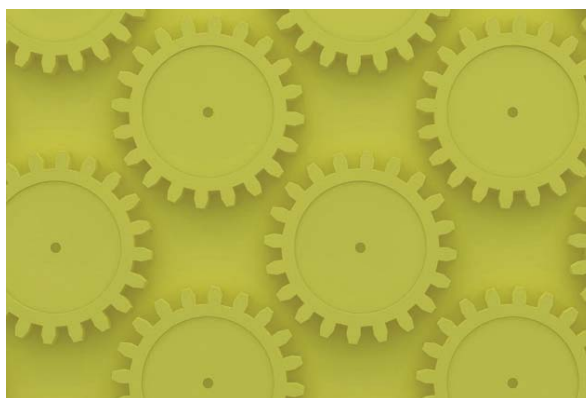
Los factores medioambientales que tienen en cuenta los investigadores son muy variados: desde las repercusiones de las políticas de adquisición y producción hasta las técnicas de manipulación y transporte de materiales, el reciclado y la generación de residuos, el consumo de energía y agua, etc. Además, cada vez son más populares los métodos *Life Cycle Assessment* (evaluación del ciclo vital), que permiten calcular "puntuaciones" que pueden ser introducidas en los modelos matemáticos de SCND; sobre todo, técnicas de evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a las distintas fases y actividades de la cadena de suministro, así como varias calculadoras de emisiones de CO<sub>2</sub>. El consumo de energía en sí no suele utilizarse como correlato directo de las emisiones, pero es cierto que cada vez se presta más atención al CO<sub>2</sub> asociado a la construcción de instalaciones, así como a los tipos de tecnología que se utiliza, por ejemplo, en los almacenes. Se presta menos atención a la generación de residuos y al consumo de agua, ya que, posiblemente, se consideran más bien responsabilidad de las fábricas que de los gestores de la cadena de suministro.

Si bien la sostenibilidad medioambiental está siendo incorporada en el SCND, no se puede decir lo mismo de la dimensión social; probablemente, porque los factores sociales son más difíciles de cuantificar y, por tanto, de introducir en un modelo matemático. La norma ISO 26000 aborda siete temas fundamentales que las empresas deben tener en cuenta para operar de forma socialmente responsable. Entre estos, las "prácticas laborales" ocupan un lugar destacado en la literatura sobre SCND,

principalmente en relación con la generación de oportunidades de empleo (en algunos casos discriminando entre puestos "fijos", normalmente de gestión, y puestos cuya disponibilidad es variable, en función de la utilización de la capacidad). Las "condiciones de trabajo" suelen ser evaluadas según el número de jornadas de trabajo perdidas debido a la siniestralidad laboral.

Algunos estudios también tratan de abordar el "desarrollo regional", normalmente otorgando una puntuación que favorece a las ubicaciones en las que el establecimiento de una nueva operación empresarial generaría mayores beneficios. También han ido entrando en la literatura sobre SCND muchos otros factores sociales: la "equidad" en sus diversas formas (por ejemplo, de las oportunidades de empleo), las condiciones de trabajo, las repercusiones en la congestión del tránsito, las implicaciones para la salud pública de los residuos no recogidos, el acceso a los servicios médicos y educativos, e incluso el impacto social sobre los clientes de los pedidos no entregados. Está claro que aún no hay consenso sobre la definición y cuantificación de los parámetros sociales adecuados para el diseño de las cadenas de suministro: a menudo, una referencia a la "opinión de los expertos" acaba siendo el recurso fácil.

En general, el tratamiento holístico de la sostenibilidad en los problemas de SCND plantea verdaderos retos metodológicos, debido a los inevitables conflictos entre los tres pilares (economía, medio ambiente y sociedad), y algunos autores creen necesario imponer límites o umbrales a sus consideraciones sobre los factores medioambientales y sociales. Pero resulta alentador ver el creciente interés por tener en cuenta la incertidumbre sobre las futuras condiciones a la hora de elaborar modelos para los problemas de SCND aplicando la perspectiva de la triple cuenta de resultados, por lo que cabe esperar que futuros trabajos en este campo resulten fructíferos.



## TENDENCIA 2. ECONOMÍA CIRCULAR

Actualmente se habla mucho de la economía circular, aunque, en realidad, bastantes aspectos de ello llevan muchos años integrados en la planificación y la práctica de las cadenas de suministro. La economía circular implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos para alargar los ciclos de vida y aumentar la “intensidad de uso”. Naturalmente, esto exige el desarrollo de métodos de logística inversa y bucles cerrados en, al menos, algunas partes de la red de cadenas de suministro, si no en todas.

Normalmente, la integración de las operaciones de logística inversa exige rediseñar las cadenas de suministro convencionales existentes, lo que resulta problemático, sobre todo, dada la incertidumbre respecto a la cantidad, el estado y el calendario de las devoluciones. Potencialmente, existen muchos tipos diferentes de recorridos de bienes en sentido inverso al habitual: un estudio reciente enumeraba el reciclaje, el desmantelamiento, la refabricación, el reacondicionamiento, la reparación, la reventa, el refinado, la retirada, el reacondicionamiento, la reutilización y la donación, y puede que este listado no sea exhaustivo. Algunas de estas actividades pueden llevarse a cabo en un único lugar, mientras que otras tal vez deban repartirse entre varias instalaciones especializadas. El recorrido que implica el proceso de un artículo determinado puede no ser evidente hasta que se reciben las mercancías. Para todos estos flujos inversos hay que decidir dónde ubicar las operaciones (en instalaciones existentes o nuevas), el tamaño de esas instalaciones y las tecnologías que habrá que implementar: las opciones pueden ir desde procesos altamente automatizados hasta trabajos que exijan gran cantidad de mano de obra. También hay que tomar decisiones sobre el transporte: puede que no sea factible realizar el transporte inverso en los mismos vehículos utilizados para la entrega de productos nuevos, a causa, por ejemplo, de consideraciones higiénicas.

Hoy por hoy, hay pocos estudios que hayan intentado integrar la perspectiva de la triple sostenibilidad con el diseño de las redes de cadenas de suministro para flujos inversos, a pesar de que la economía circular se encuentra en una posición destacada en la lista de lo que mucha gente piensa que es la “sostenibilidad”, y disponemos de pocos indicadores adecuados. Recientemente se ha trabajado en el desarrollo de “indicadores compuestos”,



### UN ASPECTO DE LAS ECONOMÍAS CIRCULARES CON IMPORTANTES IMPLICACIONES PARA LAS DECISIONES SOBRE LA UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ES LA “SERVITIZACIÓN”; ES DECIR, ARRENDAR, ALQUILAR O VENDER, DE UNA MANERA U OTRA, EL USO DE UN PRODUCTO EN LUGAR DEL PRODUCTO EN SÍ

que integran de forma ponderada factores económicos, medioambientales y sociales, pero distintos autores dan pesos muy diferentes a cada factor.

Un aspecto de las economías circulares con importantes implicaciones para las decisiones sobre la ubicación de las instalaciones es la “servitización”; es decir, arrendar, alquilar o vender, de una manera u otra, el uso de un producto en lugar del producto en sí. Se ha trabajado mucho en el modelado de soluciones de movilidad personal, como el uso compartido de bicicletas y coches, pero hasta ahora no se ha trabajado para aplicar estas fórmulas a otros bienes. Una vía de investigación prometedora sería examinar en qué condiciones este tipo de modelo de negocio tendría un impacto social y medioambiental positivo y resultaría económicamente viable, teniendo en cuenta el SCND implicado.

También cabe señalar que la mayoría de los modelos de SCND actuales no parten de la definición completa de la circularidad, pasando por alto, por ejemplo, el consumo de recursos vírgenes y materias primas.

## TENDENCIA 3.

**PROBLEMAS CON LAS FUENTES DE DATOS**

Evidentemente, el rendimiento efectivo de una red de cadenas de suministro depende, en gran medida, del alto nivel de coordinación entre los distintos elementos. Esto, a su vez, requiere acceso a información de alta calidad, y no cabe duda de que la era de la industria 4.0 ha traído consigo importantes avances en este sentido.

Por otro lado, muchos acontecimientos recientes han puesto de manifiesto la necesidad de que la planificación de las cadenas de suministro pueda seguir funcionando incluso en condiciones en las que la información fiable sobre el estado actual de las operaciones es limitada, y tal vez se carezca por completo de los datos históricos relevantes. Debemos contar con estos entornos de “escasez de datos”, ya que la medida en que introducen incertidumbre tiene importantes implicaciones para los responsables de la toma de decisiones sobre la ubicación de las instalaciones y otros aspectos del diseño de la red.

Hay distintos tipos de incertidumbre, que deben ser abordados de distintas maneras. Puede haber parámetros que tengan un carácter significativamente aleatorio, pero con abundante información histórica que permita generar distribuciones de probabilidad y utilizar métodos de programación estocástica. Esta aleatoriedad es la fuente de incertidumbre más probable y también la menos dañina, pero plantea problemas: puede resultar difícil realizar pruebas de bondad de ajuste (verificando la adecuación de una distribución de probabilidad), y la complejidad computacional del problema analizado aumenta considerablemente.

También existen “riesgos ocultos”, sucesos extremos que es poco probable que ocurran, pero que, si ocurren, tendrán un impacto muy importante. Por definición, no se dispone de información suficiente sobre ellos para estimar distribuciones de probabilidad. No obstante, existen buenas estrategias de optimización que pueden optimizar los FLP para los peores escenarios posibles. Las implicaciones que pueda tener eso sobre el funcionamiento en condiciones más “normales” son, por supuesto, otro tema.

La escasez de datos históricos para fundamentar el diseño o rediseño de la red de cadenas de suministro es un problema más generalizado. Puede ser importante cuando se contempla la cadena de un nuevo producto, al igual que en otras situaciones sin precedentes, como las gue-



rras, las pandemias o la intervención en catástrofes naturales. En estas situaciones, los responsables de la toma de decisiones se ven obligados a recurrir al juicio de los “expertos”, junto con los escasos datos objetivos que puedan obtenerse, para estimar parámetros inciertos y fluctuantes como la demanda de los clientes, la disponibilidad de recursos, la capacidad de las instalaciones o los costes fijos y variables de las infraestructuras. La falta de información sobre la probabilidad y la naturaleza de acontecimientos futuros poco probables (pero totalmente plausibles), así como la incertidumbre profunda o epistémica, puede abordarse utilizando algoritmos matemáticos difusos.

Si analizamos los estudios publicados, resulta evidente que se ha hecho mucho más para analizar aquellos escenarios en los que los datos son abundantes, y que los escenarios epistémicamente inciertos han sido objeto de mucha menos atención. Incluso en aquellos casos donde se ha recurrido a la modelización difusa, las incertidumbres abordadas han girado, principalmente, en torno a la demanda de los clientes, los elementos de costes y beneficios y las capacidades de las instalaciones. En cambio, se ha prestado muy poca atención a las importantes incertidumbres en torno a la oferta y la escasez de recursos, a pesar de que es, precisamente, esta situación la que ha dominado los acontecimientos recientes y actuales (pandemias, guerras y catástrofes naturales), con graves repercusiones sobre el funcionamiento de la cadena de suministro.

Esta es una laguna en la investigación sobre las implicaciones de la escasez de datos. Pero hay otras. Por ejemplo, se ha prestado poca atención a la incertidumbre, la imprecisión y la falta de datos históricos sobre el rendimiento social y medioambiental.



La profunda incertidumbre respecto a los valores de los parámetros en los que se basa el diseño de la cadena de suministro ha sido abordada exclusivamente mediante el uso de modelos difusos. Pero eso exige un gran esfuerzo de computación, especialmente cuando se trabaja con modelos realistas a gran escala. Este problema se agrava ante la frecuente necesidad de incorporar funciones no lineales que describan mejor los fenómenos difusos. Se podrían plantear otras estrategias: se ha utilizado la dinámica de sistemas para facilitar la toma de decisiones en el lanzamiento de nuevos productos y en la gestión de catástrofes, pero no parece que estos métodos se hayan aplicado aún a problemas de ubicación de instalaciones en condiciones de gran incertidumbre.

#### TENDENCIA 4. EVENTOS DISRUPTIVOS Y RESILENCIA

A estas alturas, ya habrá quedado claro que, en la actualidad, está ampliamente reconocido que las cadenas de suministro rara vez operan en un estado estable (cada año, aproximadamente tres cuartas partes de las empresas sufren algún tipo de interrupción en su cadena de suministro). Las causas de estas interrupciones son muy diversas —todo aquello que puede ocurrir, probablemente le ocurrirá a alguien—, pero un estudio reciente ha propuesto tres grandes categorías:

- **Hay riesgos internos de la empresa:** fallos y deficiencias en sus propios procesos y controles.
- **Hay riesgos externos a la empresa,** pero que quedan dentro de la red de cadenas de suministro: riesgos y fallos que pueden surgir tanto por el lado de la demanda como de la oferta.
- **Hay riesgos (principalmente medioambientales)** que son externos a la red.

Algunos han sido estudiados mucho más que otros. Existe, por ejemplo, una importante bibliografía sobre los efectos de la escasez de suministros en el mercado y de las catástrofes naturales (en particular, los terremotos). Y los efectos secundarios de las interrupciones asociadas a la COVID-19 son actualmente objeto de gran atención. Por otra parte, de los treinta artículos publicados, solo dos analizan los riesgos relacionados con los procesos y controles internos de una empresa, y ninguno aborda los problemas de SCND (incluida la ubicación de las instalaciones y la asignación de capacidad), a la luz de las interrupciones provocadas por problemas informáticos o conflictos laborales (y ninguna de estas dos cosas es un acontecimiento, precisamente, excepcional).

Se trataría de abogar por la *supply chain resilience* (SCR, resiliencia de las cadenas de suministro), pero quienes defienden este concepto no siempre lo entienden correc-

## LA 'SUPPLY CHAIN RESILIENCE' ES LA CAPACIDAD DE LA RED PARA RESISTIR, ADAPTARSE Y RECUPERARSE DE ACONTECIMIENTOS IMPREVISTOS Y SER CAPACES DE SEGUIR SATISFACIENDO LA DEMANDA DE LOS CLIENTES Y GARANTIZAR

### UN "BUEN" RENDIMIENTO

tamente. En pocas palabras, es la capacidad de la red para resistir, adaptarse y rerecuperarse de acontecimientos imprevistos y ser capaces de seguir satisfaciendo la demanda de los clientes y garantizar un "buen" rendimiento (como quiera que se evalúe eso). Algunos distinguen entre resiliencia (minimizar la disrupción mientras dura) y recuperación (volver a un estado estable o mejorado tras la disrupción).

Se utilizan muchas estrategias para mejorar la SCR: hay una metodología que las clasifica en tres grupos principales:

- **1. Un primer grupo** tiene que ver con la variedad estructural, que implica un diseño de red Lean que reduce la complejidad estructural y segmenta las cadenas de suministro según las diferentes líneas de producto, minimizando las intersecciones para limitar la propagación de los fallos.
- **2. Un segundo grupo** de estrategias gira en torno a la flexibilidad de los procesos, que puede incluir doblar los proveedores, la sustitución de productos, el aplazamiento, la puesta en común de capacidades y otras técnicas.
- **3. El tercer grupo**, para el que se ha acuñado el pegadizo término "*non-expensive parametric redundancy*" (redundancia paramétrica no costosa), consiste en optimizar la redundancia de la red reservando eficientemente las capacidades, inventarios y plazos. Hasta ahora, esta estrategia ha sido poco estudiada, y podría constituir, por sí sola, el objeto de una nueva línea de investigación. (Otras lagunas en la investigación giran en torno a la sustitución de productos y las estrategias avanzadas de adquisición para afrontar las disrupciones de las cadenas de suministro).

## TENDENCIA 5.

### DISEÑAR PARA LA DISTRIBUCIÓN OMNICANA

El comercio electrónico, acelerado por la pandemia, ha transformado de muchas maneras cómo se venden y distribuyen los productos a los consumidores (y a las empresas); pero, después de probar muchos modelos, está claro que el crecimiento más importante corresponde a quienes venden tanto en tiendas como en línea: los minoristas omnicanal. También está claro que el diseño de redes de distribución omnicanal es muy difícil de implementar en lo que se refiere a la eficiencia logística y la utilidad para el cliente. Y es que los responsables de la toma de decisiones en SCND omnicanal se enfrentan a varios problemas: es importante garantizar una entrega flexible, que ofrezca un alto nivel de servicio al cliente, con un peso económico aceptable.

La gestión de los pedidos y la distribución de los productos son, por tanto, dos áreas de decisión críticas, pero se ha argumentado que, debido a los largos plazos de entrega y a la gran incertidumbre de la demanda, la planificación y asignación de la capacidad pueden ser, en realidad, las decisiones más difíciles. Curiosamente, se hace poco hincapié en la planificación de la ubicación de las instalaciones como una de las decisiones cruciales de la cadena de suministro en la venta minorista omnicanal. Esto es sorprendente, dadas las diferencias significativas entre los distintos diseños de canal posibles, que incluyen el envío desde la tienda, el envío desde el almacén, el envío desde la tienda y el almacén, el envío desde el almacén, pero integrando también los inventarios de las tiendas y devolviendo el artículo al almacén para su reenvío si fuera necesario. Cada uno de estos diseños tiene implicaciones claras para la ubicación óptima de las instalaciones y para la rentabilidad global.

De hecho, solo seis de los doce estudios sobre el diseño de la cadena de suministro omnicanal analizados incluyen variables de decisión sobre la ubicación de las instalaciones, y todos ellos se basan en una configuración estática: las instalaciones no se amplían, reducen o cierran durante el período planificado. Sería interesante analizar los efectos de la (re)configuración dinámica de la capacidad sobre el servicio al cliente y el rendimiento económico.

Hay otros vacíos en las investigaciones. Las consideraciones de sostenibilidad son casi inexistentes, y la mayoría de los trabajos analizan la distribución de un único producto, en lugar de la configuración de redes de distribución



**LA COMPLEJIDAD ABUNDA,  
Y LA CREACIÓN Y ADOPCIÓN  
DE MODELOS DE OPTIMIZACIÓN  
PARA APOYAR LA TOMA DE DECISIONES  
EN LA PLANIFICACIÓN DE LA UBICACIÓN  
DE LAS INSTALACIONES, Y EN EL SCND  
EN GENERAL, PUEDE CONLLEVAR  
BENEFICIOS IMPORTANTES**

multicanal para múltiples productos. También llama la atención que la mayoría de los estudios utilicen modelos no lineales (con algunas estrategias de programación lineal en enteros mixta), cuando, dado el carácter *NP-hard* y la naturaleza compleja de los problemas de diseño, tal vez cabría esperar enfoques más heurísticos.

Para ser justos, la venta minorista omnicanal es un campo bastante nuevo, que aún ha de establecer sus normas, y, de hecho, siguen apareciendo nuevos modelos de negocio, como el de los almacenes temporales bajo demanda. Esto puede aumentar la flexibilidad y reducir el impacto estratégico de las decisiones de FLP, ofreciendo oportunidades para aplicar nuevos enfoques a los problemas.

### CONCLUSIONES ESENCIALES PARA LOS DIRECTIVOS

Estas tendencias emergentes plantean enormes retos a las organizaciones a la hora de diseñar o rediseñar, y posteriormente operar, sus redes de cadenas de suministro. La complejidad abunda, y la creación y adopción de modelos de optimización para apoyar la toma de decisiones en la planificación de la ubicación de las instalaciones, y en el SCND en general, puede conllevar beneficios importantes.

Las presiones medioambientales, socioeconómicas y tecnológicas solo pueden aumentar, por lo que la consideración de factores medioambientales y sociales en la evaluación del rendimiento de la cadena de suministro y en una fase temprana de la planificación estratégica se está convirtiendo rápidamente en un imperativo (y en algunos ámbitos, en una obligación legal). Asimismo, es vital comprender mejor la incertidumbre de los datos y los riesgos de disrupción inherentes a las cadenas de

suministro modernas, así como las opciones para aumentar su resiliencia. Siguen surgiendo nuevos modelos de negocio y comportamientos de los clientes que pueden exigir, por lo menos, replantearse de forma casi continua el diseño de la red de las cadenas de suministro.

Afortunadamente, y a pesar de algunas lagunas notables en su cobertura, existe un corpus cada vez más extenso de trabajos que abarca la modelización matemática, pero también vías como la simulación y la dinámica de sistemas, que los directivos pueden utilizar como referencia a la hora de tomar decisiones. Los cambios en la configuración de la red pueden tener implicaciones de gran alcance (y a veces imprevistas). Hay que tener en cuenta muchas contrapartidas, y, dado que las decisiones estratégicas sobre la ubicación de las instalaciones suelen requerir mucho capital y no son fácilmente reversibles a corto plazo, los *stakeholders* de las operaciones de la cadena de suministro –tanto los internos como los externos– deben comprender cómo afecta ello al rendimiento global de la cadena y al de la empresa en general. Las interacciones entre la cadena de suministro y los socios internos (adquisiciones, producción, ventas) y externos (proveedores, transportistas, clientes) deben ser comprendidas, pero cada vez más pueden también ser modelizadas y cuantificadas.

Dado que los investigadores académicos están colaborando cada vez más con los profesionales de las empresas en escenarios reales y en tiempo real, los beneficios de este tipo de trabajo no pueden sino aumentar.

Datos de contacto:  
suscripciones@harvard-deusto.com  
www.harvard-deusto.com

# ACABADO SUPERFICIAL DE MEZCLADORES Y AGITADORES EN EL SECTOR ALIMENTARIO Y FARMACÉUTICO

**Cèlia Roca Martín**

Responsable de prensa de GPAINNOVA

## RESUMEN

A continuación, se describe la solución desarrollada por el grupo empresarial GPAINNOVA para mejorar el acabado superficial de piezas metálicas destinadas a la industria alimentaria, farmacéutica y biotecnológica. En concreto, se aborda el desafío de proporcionar un acabado espejo y reducir la rugosidad de mezcladores de acero inoxidable fabricados mediante procesos de torneado. En el caso analizado, el electropulido líquido tradicional es reemplazado por un proceso eficiente y rentable, reduciendo costes y limitando la dependencia de proveedores externos.

## LOS RETOS DEL ACABADO SUPERFICIAL EN EL SECTOR ALIMENTARIO, FARMACÉUTICO Y QUÍMICO

Las industrias alimentaria, farmacéutica y química se rigen habitualmente por diversos estándares, que exigen que los materiales y el acabado de superficies cumplan con especificaciones precisas en términos de durabilidad, compatibilidad, homogeneidad e higiene. La calidad de la superficie es crucial, dado que facilita la limpieza y la desinfección de las piezas de trabajo. En los procedimientos de fresado, lijado y acabado de materiales que se emplearán en la industria alimentaria, es necesario lograr superficies libres de áreas proclives al crecimiento bacteriano, y que carezcan de líneas, surcos, orificios o hendiduras. Dichas superficies, además, deben ser resistentes a la corrosión causada por los alimentos, las sustancias químicas manipuladas y los productos utilizados en la desinfección del equipo.

Hasta la fecha, obtener un acabado perfecto en piezas metálicas implicaba llevar a cabo tareas manuales, repetitivas y que consumían mucho tiempo. Esto se traduce



en procesos intensivos en mano de obra y complejos (los cuales que comprenden varios pasos), con el uso de productos peligrosos y licencias de manipulación costosas. Por otro lado, los acabados superficiales tradicionales son procesos manuales poco eficientes y en los que pueden producirse errores en su ejecución, sin la posibilidad de reproducir resultados idénticos entre los diversos lotes de piezas tratadas y sin garantizar la consistencia exigida por el sector, lo que en ocasiones da lugar a errores y riesgos de contaminación cruzada.

El método tradicional para alcanzar la calidad requerida en el acabado de superficies, es decir, el electropulido, implica procesos tóxicos con baños químicos potencialmente peligrosos a altas temperaturas, junto con restricciones legales e inversiones y costes operativos elevados. Además, algunos electrolitos líquidos pueden generar lodos, lo que requiere su eliminación de los tanques para asegurar la estabilidad del proceso.

Con el electropulido líquido, es necesario reemplazar parte de la solución utilizada para conseguir un rendimiento óptimo y un proceso de acabado de superficies metálicas de alta calidad. Tampoco hay que olvidar que el empleo del líquido implica contratar un servicio específico que

garantice el cumplimiento de las normativas medioambientales. Este método de tratamiento superficial también puede requerir la limpieza posterior al tratamiento para eliminar electrolitos residuales y posibles subproductos derivados de reacciones electroquímicas. La gestión de residuos peligrosos puede ser necesaria para retirar los líquidos empleados en el proceso posterior a la inmersión.

Externalizar los procesos de acabado conlleva un aumento significativo en los costes de producción y una extensión en los plazos de entrega. Otra preocupación se relaciona con los desafíos derivados de la gestión de residuos, una problemática común en el electropulido tradicional que obliga a las empresas a externalizar estos procesos.

### PROYECTO DE AUTOMATIZACIÓN DEL ACABADO SUPERFICIAL EN MEZCLADORES Y AGITADORES

Considerando los factores descritos, el grupo GPAINNOVA recibió una solicitud por parte de una empresa multinacional dedicada a la producción de agitadores y mezcladores para las industrias alimentaria, química y farmacéutica.

El propósito de la compañía era automatizar el acabado superficial de piezas metálicas de alta calidad y que se adecuara a los estándares de los sectores mencionados. El cliente precisaba de una solución eficiente y rentable para conseguir un acabado superficial perfecto en mezcladores de acero inoxidable fabricados por torneado, los cuales previamente habían sido sometidos a un preprocesamiento mediante fresado. El objetivo era lograr un acabado espejo en las piezas mediante un segundo tratamiento de pulido, acompañado de una reducción de la rugosidad significativa, para cumplir con el estándar de la industria (SF4), que establece una rugosidad superficial inferior a un Ra de 0,375.

Una de los principales desafíos era que la rugosidad previa al tratamiento superficial podía variar en las diferentes áreas de la pieza. Por lo tanto, el tratamiento debía mejorar la rugosidad en todas las zonas, asegurando que alcanzara, como mínimo, los niveles requeridos por la normativa vigente.

En ese momento, el cliente empleaba un proceso de múltiples pasos, con un paso final de electropulido líquido efectuado por terceros. Este tipo de tratamiento implica asumir costes elevados y una dependencia significativa de proveedores externos. Además, presenta inconsistencia

y acabados superficiales desiguales, lo que puede ocasionar arañazos en las piezas o, incluso, que no se puedan utilizar para su propósito.

### PREPARACIÓN DE LA PRUEBA Y OBJETIVO DE RUGOSIDAD

El principal reto que asumía GPAINNOVA era garantizar un rendimiento óptimo de la producción en las propias instalaciones del cliente. Su departamento de Ingeniería definió el rendimiento de producción para lograr el coste por unidad deseado por el cliente, así como un proceso de corta duración y que proporcionara resultados de calidad. El cliente preparó un lote de muestras de hélices e impulsores con diversos tamaños y formas, que oscilaban entre los 150 mm y los 250 mm de diámetro, y con pesos de entre 0,7 kg y 1,6 kg. Las piezas se prepararon con diferentes grados de fresado y lijado, logrando una rugosidad que variaba entre las 1,5 y las 0,9 micras de Ra. El objetivo de Ra era mantenerse por debajo de 0,375 micras, cumpliendo así con el estándar SF4 para procesar alimentos. La producción anual proyectada ascendía a 15.000 unidades.

El movimiento y la velocidad aplicados durante el proceso se definieron para permitir un flujo óptimo del electrolito y de la electricidad a lo largo de la pieza, sin causar daños por el apalancamiento aplicado. Los costes por pieza se determinaron mediante factores como el CAPEX (contracción del inglés *capital expenditure*), es decir, inversiones de capital que generan beneficios (por ejemplo, la maquinaria empleada en la producción, la capacidad por lote y el tiempo de procesamiento). Otra variable analizada para fijar el coste unitario son los OPEX (*operational expenditures* o costes operacionales), que se definieron considerando la eliminación de peso por pieza, la vida útil del material y los costes de mantenimiento.



La vida útil del consumible se calculó en función de la capacidad de absorción de metales por parte del electrolito, donde el metal eliminado se capturaba en partículas contenidas en el recipiente que contenía el consumible. Este cálculo permitió estimar el número de piezas que podrían tratarse con el consumible, variando según las propiedades químicas de los metales. Tras la instalación de la maquinaria en las instalaciones del cliente, el equipo de Customer Care de GPAINNOVA agilizó la puesta en marcha de los dispositivos mediante sesiones de formación y diversas pruebas colaborativas. El personal de este departamento supervisó la implementación de la producción, siguiendo un plan de pruebas, estructurado en diversas etapas.

### APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DRYLYTE®

El departamento de Procesos de GPAINNOVA definió el electrolito considerando el material, la rugosidad inicial y la geometría de las piezas. Posteriormente, el departamento de Ingeniería desarrolló accesorios personalizados para sujetar las piezas durante el proceso, evitando marcas o daños, y maximizando la capacidad por ciclo de la máquina de acabado superficial elegida, una DLYte PRO500, diseñada para producción en masa y basada en la tecnología de acabado superficial DryLyte®, con capacidad para tratar hasta 6 piezas por soporte y 48 piezas por ciclo.

El objetivo de esta prueba era identificar la combinación idónea de procesos para cumplir con las especificaciones técnicas de la superficie con el menor tiempo y coste posibles. Estas especificaciones incluían una preservación estricta de las tolerancias, mantener la capacidad antiadherente de la pieza y la reducción de la fricción en las superficies de contacto, previniendo la adherencia de productos farmacéuticos y cosméticos de alta viscosidad, sin olvidar una mayor resistencia a la corrosión.

GPAINNOVA llevó a cabo pruebas exhaustivas con diversos tiempos y parámetros de proceso, incorporando mediciones de rugosidad en distintas áreas mediante un perfilómetro. Los mejores resultados se obtuvieron con el electrolito Dry Suspension, compuestos por partículas de polímero macroporosas y un líquido moderador.

Este tipo de consumible, comercializado desde 2022, ha sido diseñado para mejorar los resultados de los procesos convencionales de electropulido, respetando estándares de calidad elevados.



Con un tiempo de procesamiento de 180 minutos, con una capacidad de 8 piezas por lote tratado, se logró una rugosidad final inferior a 0,1 micras en 8 puntos de medición distribuidos a lo largo de la superficie. La eliminación de masa se situó en 2,8 g por pieza, considerando que el peso total de cada unidad era de 0,98 kg.

Cabe destacar que el proceso de DLYte sustituyó exitosamente el paso de pulido realizado con disco, así como el electropulido líquido.

### RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PROCESO DE ACABADO SUPERFICIAL

Partiendo de la mencionada reducción de masa de 2,8 g por pieza y una capacidad de eliminación de material de una cuba de trabajo de 210 litros (específicamente para acero inoxidable, de 5 kg), se puede procesar un total de 1.785 mezcladores por carga de electrolito. Considerando un tiempo de procesamiento de 180 minutos y un tiempo total estimado de carga y descarga de las piezas de 4 minutos, el tiempo global de proceso se sitúa en 184 minutos por cada lote de 8 piezas. La producción diaria, operando en tres turnos, alcanza los 63 mezcladores, sumando un total anual de 15.700 unidades en 250 días laborables.

Es necesario recalcar que, según se desprende de la experiencia de GPAINNOVA, los valores de rugosidad alcanzables, la eliminación de materiales y el tiempo de

procesamiento pueden variar dependiendo de la geometría y el estado inicial de la superficie metálica antes de ser tratado con la tecnología DryLyte®.

El coste de los OPEX por unidad fue de 19 euros, incluyendo en este cálculo el consumible, los costes de mantenimiento y el consumo eléctrico y de aire. A su vez, el de los CAPEX se situó en 5 euros por unidad, con un período de cálculo de 5 años con una producción anual de 16.000 piezas (incluyendo equipos y la inversión en el diseño de un holder o soporte personalizado).

### BENEFICIOS DEL PROCESO DE ACABADO SUPERFICIAL DE DryLyte®

El proceso de acabado descrito ofrece diversas ventajas en relación con los procedimientos tradicionales. En el apartado de los beneficios técnicos, destaca la preservación de la geometría y las tolerancias, logrando resultados homogéneos gracias a la aplicación de un campo eléctrico que se desplaza de partícula a partícula. Esta técnica garantiza la reducción de rugosidad sin afectar la integridad superficial. En relación con la rugosidad, la tecnología DryLyte® ha logrado valores inferiores a 0,1 micras, superando en más del 80% la reducción que se consigue mediante electropulido líquido, evitando efectos no deseados como el efecto piel de naranja o las picaduras.

También conviene subrayar la homogeneidad de los resultados de las piezas de los diferentes lotes, la prolongación de la vida útil para las piezas tratadas, una mayor resistencia a la corrosión (como evidencian estudios comparativos con el electropulido líquido) y la obtención de superficies libres de defectos e isotrópicas, mejorando propiedades mecánicas. Además, la tecnología DryLyte®

destaca por una menor eliminación de material, centrándose en los picos de la rugosidad, a diferencia del electropulido líquido, que puede eliminar más material al no discriminar entre picos y valles.

La biocompatibilidad probada y la no citotoxicidad de DryLyte®, que se basa en el uso de partículas poliméricas con ácidos, aseguran productos procesados seguros y una limpieza eficiente, gracias a una superficie ultralisa que evita la adherencia de alimentos y bacterias. Asimismo, DryLyte mejora la reflectividad superficial y el brillo en comparación con otros métodos de acabado.

Por lo que respecta a los **beneficios económicos y ambientales**, DryLyte® elimina la necesidad de externalización y procesos en varios pasos, reduciendo los tiempos de entrega, incrementando la calidad y manteniendo el conocimiento interno. El espacio necesario en la fábrica se reduce gracias a su alto rendimiento en un diseño compacto, evitando dispositivos periféricos como maquinaria para el tratamiento de aguas residuales. Además, logra una reducción de costes de producción superior al 50%, incluidos los costes de proceso y logística y una tasa de desecho nula de las piezas tratadas.

El proceso no expone a los trabajadores a sustancias tóxicas, evitando polvo y ruidos molestos, y eliminando el contacto con líquidos corrosivos o nocivos. Los residuos sólidos de DryLyte son seguros de manipular y almacenar, sin necesidad de medidas de seguridad adicionales, reduciendo la probabilidad de vertidos en sistemas de alcantarillado.

### CONCLUSIONES

La adopción de la tecnología DryLyte® por parte de la empresa cliente ha demostrado ser una solución eficiente y rentable para el acabado de superficies en la fabricación de mezcladores de acero inoxidable. Esta innovación no solo ha mejorado la calidad y consistencia del proceso, sino que también ha reducido la dependencia de proveedores externos, reduciendo sustancialmente los costes operativos y mejorando la competitividad en los sectores alimentario, farmacéutico y biotecnológico.

Datos de contacto:  
[info@gpainnova.com](mailto:info@gpainnova.com)  
[www.gpainnova.com](http://www.gpainnova.com) / [www.dlyte.com](http://www.dlyte.com)



# “CALL FOR EVIDENCE” SOBRE LA RESTRICCIÓN REACH PARA EL TRIÓXIDO DE CROMO Y EL ÁCIDO CRÓMICO

LA AGENCIA QUÍMICA EUROPEA (ECHA)  
INICIÓ UN PERIODO DE CONSULTA:  
“CALL FOR EVIDENCE” (LLAMADA PARA EL  
ENVÍO DE OBSERVACIONES Y EVIDENCIAS)  
SOBRE LA PROPUESTA DE RESTRICCIÓN  
REACH PARA EL TRIÓXIDO DE CROMO Y  
EL ÁCIDO CRÓMICO

El pasado 13 de diciembre de 2023 la Agencia Europea de las Sustancias Químicas (ECHA) publicó el inicio de un proceso de *Call for evidence*, “llamada para el envío de observaciones y evidencias”, sobre la posible propuesta de restricción EU-REACH del trióxido de cromo trióxido y el ácido crómico - compuestos de Cr (VI) -. Las empresas podían aportar sus comentarios hasta el 13/02/2024 .

## ¿CÓMO PUEDE AFECTARLE?

Conforme a los resultados obtenidos de la *Call for evidence*<sup>1</sup> la ECHA detallará varias opciones de restricción. Se prevé que las diferentes opciones contemplen uno o varios valores límite para la exposición de los trabajadores y las emisiones al medio ambiente (atmósfera y aguas). En consecuencia, si una empresa opera por encima de cualquiera de los valores límite propuestos, tendrá que invertir en medidas adicionales de gestión de riesgos y en la mitigación de emisiones, sustituir el trióxido de cromo por una sustancia o tecnología alternativa, o cesar sus actividades en la UE.



Aunque se prevé que haya excepciones a esta restricción, es posible que estas excepciones no reflejen necesariamente las condiciones de autorización provistas ni los periodos de revisión fijados, hasta el momento.

Ramboll dispone de amplia experiencia en la reglamentación que afecta a las sustancias y compuestos de Cr (VI), como en la realización de Solicitudes de Autorización, que comprenden el cálculo de los costes y la eficacia de las medidas de control de riesgos.

Autor: Margarita Estrany / [mestrany@ramboll.com](mailto:mestrany@ramboll.com)

Datos de contacto:

Dra. Ana I. Sanchez / [asanchez@ramboll.com](mailto:asanchez@ramboll.com)

Dra. M. Rosa Cirera / [rcirera@ramboll.com](mailto:rcirera@ramboll.com)

[www.ramboll.com](http://www.ramboll.com)

<sup>1</sup> La nota informativa sobre la llamada para el envío de observaciones y evidencias puede consultarse en el siguiente enlace:  
<https://echa.europa.eu/documents/10162/c788e060-6689-6578-5d5a-75bc5fa3487f>

**ARE  
YOU  
READY?**

**COME TO  
BIEMH**

**Conocimiento, tecnología  
y oportunidades que anticipan el futuro  
de la industria.**

Partner institucional:



Organizadores:



EXPOSSIBLE!

# QUEREMOS SEGUIR SIENDO UN CENTRO TECNOLÓGICO DE REFERENCIA DENTRO Y FUERA DEL PAÍS

DANIEL ALTIMIRAS

Presidente de Eurecat

Hablamos con el señor Daniel Altimiras, actual presidente de Eurecat y responsable del departamento comercial y de las áreas de negocio e internacionalización de Dicomol. A lo largo de nuestra charla, descubrimos a una persona amable, cercana, con un gran bagaje profesional y un gran sentido del humor, algo que, como ustedes sabrán, es una clara manifestación de la inteligencia.

## Felicidades por el nuevo cargo de presidente en Eurecat.

Muchas gracias, es todo un honor recibir el testigo del señor Xavier Torra, presidente desde 2015 hasta finales del mes de septiembre. A lo largo de su periodo en la presidencia, ha realizado un importantísimo trabajo de consolidación de Eurecat como proyecto y ha conseguido que se erija como un centro tecnológico de referencia tanto dentro como fuera del país.

## En relativamente pocos años Eurecat se ha convertido en un gran centro tecnológico para el tejido empresarial, industrial y económico del país.

Así es, actualmente Eurecat cuenta con un total de 55,8 millones de ingresos en 2022, un equipo de 750 profesionales y más de 2.000 clientes de todos los sectores, de los que el 71 por ciento son pequeñas y medianas empresas.

## Unos datos muy alentadores. ¿Qué diferencia Eurecat de otros centros tecnológicos?

Sin lugar a dudas la gran diversidad de sectores empresariales e industriales que acoge como centro tecnológico y la capacidad de trabajar, evolucionar y crecer de forma transversal.

## ¿Cuál es el secreto del crecimiento continuo?

El hecho de que Eurecat desde sus

inicios haya sido el resultado de perfiles tan diversos, y en cierta forma, opuestos entre sí, ha sido uno de los factores que ha convertido al centro tecnológico en una fuente generadora de conocimiento impresionante, algo que de otra forma no hubiese sido posible.

### Háblenos de los orígenes de Eurecat, por favor

Eurecat es el resultado de la fusión de cinco centros tecnológicos: Barcelona Media, Barcelona Digital, Centre Tecnologia Empresarial Mataró i Maresme (CETEMMSA), Centre Tecnològic de Manresa (CTM) y Fundació Privada ASCAMM. Estos centros tenían orígenes muy diversos, con especializaciones en sectores como textil (CETEMMSA), industrial (ASCAMM), y materiales (CTM).

### ¿Podríamos decir que la diversidad hace la fuerza?

¡Esta frase es todo un acierto! Además del trabajo colaborativo, en Eurecat no dejamos de crecer y uno de los motivos es la capacidad de involucrar empresas que provienen de diversos sectores.

### ¿Con cuántas sedes cuenta Eurecat?

Actualmente, Eurecat cuenta con 17 sedes ubicadas en Canet de Mar, Cerdanyola del Vallès, Girona, Lleida, Manresa, Mataró, Reus, Tarragona, Amposta y Vila-seca, abarcando diversas áreas. El centro opera en una amplia variedad de sectores empresariales, como alimentación, energía, automoción, aeronáutica, ferroviario, salud, tecnologías de la información, entre otros. La última sede se encuentra en Amposta, la hemos inaugurado

hace un mes, esta última incorporación se centra en temas de resiliencia climática. Una expansión que se ha dado gracias a todo el equipo ejecutivo, se ha consolidado progresivamente a lo largo de todos estos años.

### Equipo del que usted formaba parte hasta hace bien poco, ya que antes de asumir la presidencia de Eurecat, ocupaba el cargo de la vicepresidencia.

Así es, recibí el cargo el 29 de septiembre, el hecho de formar parte del equipo desde los inicios de Eurecat me ha aportado una gran experiencia y pone de manifiesto mi compromiso para seguir apostando por la innovación tecnológica en el sector empresarial y trabajar por la sostenibilidad en aras del bienestar de la sociedad.

### ¿Qué sectores industriales tienen presencia en Eurecat?

Es totalmente transversal y agrupamos los sectores en cuatro grandes áreas.

#### Le escucho...

El Área Digital ( Inteligencia artificial aplicada, Big Data, Computación Cuántica, Salud Digital, IT-OT Security y Tecnologías Audiovisuales), el Área de Biotecnología (Ciencias Ómicas, Nutrición y Salud, generación de nuevas proteínas), Área industrial (Composites, Impresión

funcional y dispositivos integrados, Innovación de Producto y Simulación Multifísica, Materiales Metálicos & Cerámicos, Materiales Plásticos, Nuevos procesos de fabricación, Robótica & Automatización, Tecnología Química, Tejidos Funcionales) y por último el Área de Sostenibilidad (Agua, Aire y Suelo, Residuos, Energía e Impacto Ambiental).

### Muy, muy completo! ¿Teme tender a la dispersión?

No, todo lo contrario, si analizamos todo esto veremos que un mismo aspecto interesa a muchos sectores aunque lo vivan o lo sufran de distintas formas. Por ejemplo: En una de las reuniones de la comisión de la Catalunya sur, que se hizo al final del mes de noviembre, estaban presentes empresas del sector turístico, agroalimentario, químico... y todos ellos identificaron que el tema del agua era un problema transversal.

### Una gran declaración de intenciones...

Queremos seguir siendo un centro tecnológico de referencia dentro y fuera del país, de ahí que también tengamos muy presente el papel de las universidades, en tanto que espacios generadores de conocimiento. Porque, en definitiva, la misión de Eurecat es apoyar la investigación y la innovación y transferir la tecnología diferencial y el conocimiento avanzado a las empresas

para que sean más competitivas y puedan internacionalizarse y abrirse a otros mercados.

**Entiendo que Eurecat ejerce la función de puente entre el conocimiento, los avances tecnológicos y las empresas.**

Eurecat se sitúa entre lo que podríamos llamar la finalización de la fase de investigación básica o la investigación aplicada y el desarrollo de producto, este es precisamente el nexo que Eurecat quiere cubrir.

**¡Un importante papel! Con la seguridad y confianza con la que habla, seguro que ya se ha planteado varios retos por cumplir durante su presidencia en Eurecat.**

¡No se equivoca! Cuando recibí el encargo de la presidencia desde la patronal, me propuse trabajar junto a mi equipo para conseguir cinco retos.

**A saber...**

Promover una presidencia participativa y cercana a los intereses y demandas sociales desde unos principios de igualdad, diversidad y representatividad. Con el cambio de presidencia, algunos miembros del patronato de Eurecat no han renovado y nuestra intención es incorporar al equipo personas siguiendo estos principios.

El segundo reto es profundizar en los pilares estratégicos diferenciales de Eurecat, con el nuevo plan estratégico vamos a apostar por el talento, puesto que es una necesidad imperiosa para el desarrollo de cualquier país.

El tercero pasa por la integración de las tecnologías y la IA en el tejido empresarial.

## LA MISIÓN DE EURECAT ES APOYAR LA INVESTIGACIÓN Y LA INNOVACIÓN Y TRANSFERIR LA TECNOLOGÍA DIFERENCIAL Y EL CONOCIMIENTO AVANZADO A LAS EMPRESAS

**¿La cuarta?**

Establecer nuevas capilaridades territoriales, tenemos muy claro que el crecimiento pasa por la descentralización y la búsqueda de alianzas con otros ecosistemas de innovación, ya sean españoles o europeos.

**Y para finalizar...**

Seguir trabajando por el impulso de la innovación tecnológica orientada al crecimiento y al impacto en la competitividad de la empresa y en el bienestar de la sociedad. Si nuestro trabajo no repercute en las personas, no tiene ningún sentido. Aspectos como la sostenibilidad, convertirnos en agentes catalizadores de talento para generar una ocupación de calidad son dos aspectos fundamentales que repercuten en el bienestar de toda la sociedad.

**¡Se ha propuesto trabajar duro!**

Tengo por delante cuatro años para llevarlos a cabo y un gran equipo a mi lado. Además, durante los años anteriores se ha hecho muy buen trabajo. Y no solo eso, para 2024 tenemos otro objetivo marcado.

**¡Tiene usted muchas ganas de trabajar!**

¡Por supuesto! Nos hemos marcado como objetivo llegar a los 70 millones de ingresos a finales de 2024, con lo cual lo más importante es el

valor que generamos para las empresas, no podemos dormirnos.

**Acaba de estrenarse como presidente y ya han celebrado el Primer Congreso de Eurecat, está claro que no quiere perder el tiempo.**

El hecho de formar parte de la casa desde 2016 me permite avanzar con fluidez y seguridad, además, ¡esto no lo hago yo solo! Cuento con un gran equipo y con el apoyo y la confianza del patronato en todo momento. Gracias al esfuerzo de todos celebramos un congreso participativo donde se trataron temas tan interesantes como el futuro de la industria, la relocalización de algunas empresas que se llevaron su producción a otros países, la innovación para reducir los riesgos derivados del cambio climático o los retos y las oportunidades que plantea la aplicación real de la inteligencia artificial en la empresa.

**Dicen que la inteligencia artificial ha llegado para revolucionar todos los sectores.**

El congreso finalizó con un debate desde la perspectiva tecnológica y humanista muy interesante dedicado a la Inteligencia Artificial y en cómo utilizarla para convertirla en un instrumento y en un generador de oportunidades para las empresas y para las personas.

**Tengo entendido que la respuesta fue increíble.**

Fue muy bien, asistieron más de 200 personas en un entorno fantástico, como es el recinto modernista del Hospital de Sant Pau en Barcelona.

**Además de la presidencia en Eurecat, dirige el departamento comercial y las áreas de negocios e internacionalización de Dicomol.**

Así es, Dicomol es una empresa familiar que fundó mi suegro, el señor Francisco Sánchez, actualmente es el administrador de la empresa y Estela Sánchez, su hija, es la directora general.

**Trabajar con la familia no es fácil, dicen...**

En nuestro caso siempre hemos sabido separar los roles personales y familiares de los profesionales, llevamos más de 25 años trabajando juntos, ya estas alturas, esta parte de la historia ya la tenemos superada!

**¿Podría hablarnos un poco de Dicomol?**

Por supuesto, el señor Francisco Sánchez fundó la empresa en 1979. En sus inicios reparaba moldes para terceros y al poco tiempo decidió abrir una segunda línea de negocio centrada en la fabricación y el diseño de moldes fabricados para terceros sin olvidar la reparación.

A lo largo de todos estos años, Dicomol ha pasado por diversas etapas y hemos vivido varias experiencias empresariales de distinta índole, y todas nos han permitido avanzar en la profesionalización de las diferentes áreas de negocio.



## CUENTO CON UN GRAN EQUIPO Y CON EL APOYO Y LA CONFIANZA DEL PATRONATO EN TODO MOMENTO

Actualmente, en Dicomol contamos con servicios que van desde ingeniería de producción, al diseño y fabricación de moldes, pasando por la reparación y optimización de moldes de distintas tecnologías, pero dando soluciones a las necesidades industriales. Poseemos la ingeniería necesaria y el conocimiento práctico que nos permite diferenciar lo que puede diseñarse en 3D y lo que no, lo que nos permite dar un servicio completo al cliente. Además, nuestras nuevas instalaciones ubicadas en La Llagosta, cuentan 4000 metros cuadrados útiles de planta, lo que nos permite tener puentes grúa para manipular moldes hasta 60 toneladas, algo que pocas empresas pueden ofrecer hoy. Pero, aparte del factor empresarial, me gustaría destacar un aspecto de Dicomol.

**Adelante, por favor**

En Dicomol siempre hemos tenido

muy clara la importancia de apostar por la formación entre los jóvenes, una idea en la que Estela Sánchez ha apostado desde sus inicios en la empresa, por eso se han invertido esfuerzos por invertir en formación en vez de comprar el talento.

**Un compromiso social y empresarial que brinda oportunidades...**

En vez de comprar el talento, lo crea y lo fomenta. Y este es un concepto que he aprendido en Dicomol y que aplicamos en Eurecat.

**Se me ha adelantado, justo quería preguntarle sobre la importancia de la formación en un centro tecnológico como Eurecat.**

Eurecat considera crucial la formación especializada y la transferencia de conocimientos a través de programas multidisciplinarios destinados a profesionales y empresas

interesadas en fortalecer su experiencia en tecnología e innovación. No solo estamos comprometidos con la formación, a través de Eurecat Academy, sino que también actuamos como facilitadores de la divulgación de la innovación tecnológica.

### ¿Cómo ve el futuro industrial del país?

Con grandes oportunidades, pero también con muchos retos. Oportunidades porque Barcelona se ha posicionado como un Hub de *Start-ups* y como centro de innovación reforzado en el sur de Europa. Sin embargo, es muy importante que seamos cuidadosos con el tejido industrial del país que se está perdiendo, tenemos que ser capaces de impregnar el espíritu fresco y joven con el que se forjan las *startups* a las empresas. Es importante crecer mediante los lazos colaborativos, es una idea que siempre hemos querido transmitir desde Eurecat.

### Hablando del trabajo colaborativo, ¿qué le parece el papel que juega AIAS en el entramado empresarial?

El papel de AIAS es muy importante, de hecho mantenemos muy buena relación con la asociación, hace pocas semanas en Dicomol hemos tenido el placer de contar con la



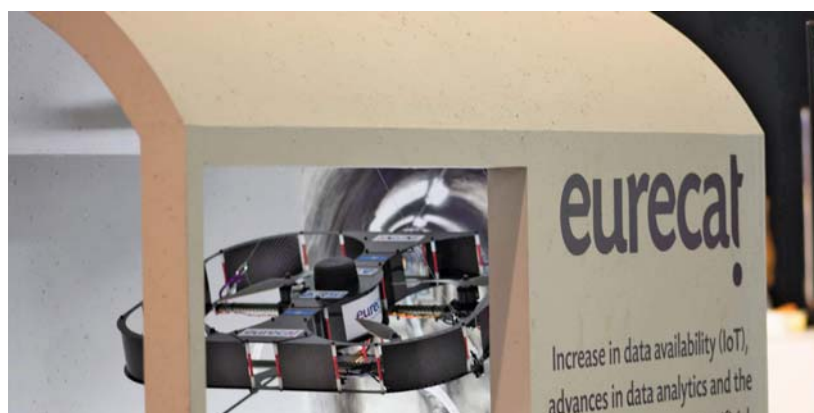
**EN VEZ DE COMPRAR EL TALENTO, LO CREA Y LO FOMENTA. Y ESTE ES UN CONCEPTO QUE HE APRENDIDO EN DICOMOL Y QUE APLICAMOS EN EURECAT.**

visita de vuestro presidente, el doctor José Antonio Díez. AIAS es un espacio de colaboración, es el catalizador de información sobre avances y legislaciones. La percibo como una asociación al servicio de todos y, por lo tanto, un espacio para expansión.

### ¿Cree que el soporte de la administración pública es suficiente?

El apoyo de la administración pública existe, pero no el suficiente, todavía existe una gran desproporción entre las inversiones que se hacen a las universidades y las inversiones que

se hacen en el terreno de la innovación aplicada en el sector industrial y empresarial. Pienso que se debería invertir más en la industria si queremos que el tejido empresarial de Catalunya sea más consistente y así lograr una industria local y competitiva que beneficie a la sociedad mediante la generación de empleo y mayor valor económico. Además, darle soporte también a las MIPIMES o exigir a las grandes empresas y corporaciones, la implicación de las pequeñas y medianas empresas locales en su cadena de suministro vertical, de una forma honesta, transparente y de confianza, desarrollando lazos a largo plazo. Y este, es un encargo que le hago a la administración pública, es necesario que brinde todas las facilidades posibles para generar enlaces entre las inquietudes, el atrevimiento y el espíritu emprendedor propio de las *startups* y la experiencia que pueden aportar las empresas industriales ya existentes en Catalunya.



# REVISTAS PROFESIONALES

DEL SECTOR DE LA METALURGIA



**PEDECA** *press* Publicaciones  
S O M O S S U M E D I O

pedeca@pedeca.es • www.pedeca.es

Síguenos en:



## BARCELONESA GROUP ACTUALIZA SU MARCA Y LA IDENTIDAD VISUAL DE LAS EMPRESAS DEL GRUPO

Con una trayectoria de más de 80 años, Barcelonesa Group ha experimentado un exponencial crecimiento en los últimos años: desde las marcas y los productos a los sectores de actividad y el nivel de internacionalización de la empresa.

Esta situación ha propiciado la reorganización del portfolio de marcas y la necesidad de actualizar la identidad visual de la marca.

Barcelonesa Group presenta su nueva marca bajo el concepto The New B. La nueva identidad de marca apuesta por un único símbolo, la letra B, que se convierte en el elemento de identidad visual común para todas las empresas y áreas de negocio que integran el grupo.

Junto a la identidad visual el grupo renueva la arquitectura de marcas, organizando su actividad en tres grandes áreas de negocio: Chemicals, Nutrition&Health y Logistics.

### Barcelonesa Chemicals

Servicio integral en torno a la producción, distribución y trading de productos químicos para todos los sectores de actividad. Desde productos químicos básicos y especialidades hasta formulaciones a medida.

### Barcelonesa Nutrition&Health

Servicio integral en torno a la distribución, mezcla y asesoramiento técnico de materias primas, aditivos e ingredientes. Diseño y fabricación a medida de especialidades para el sector de la nutrición humana, animal y agroquímica.

### Barcelonesa Logistics

Logística integral de productos químicos peligrosos y alimentarios: almacenamiento, manipulación, envasado y transporte a destino en la Península Ibérica.

Con esta nueva arquitectura, Barcelonesa Group simplifica su portfolio de marcas y utiliza el inglés como idioma principal para favorecer el proceso de internacionalización de la marca.

**UN NUEVO COMIENZO  
CON BUENA QUÍMICA PARA  
MIRAR AL FUTURO EN POSITIVO**



In good chemistry  
we trust.



### Sobre Barcelonesa Group

Barcelonesa Group es un *holding* multinacional que agrupa empresas altamente especializadas en la industria química para todos los sectores industriales. Apostamos por la buena química en más de 70 países y con más de 3.000 clientes.

Buena química con cada cliente y colaborador a través de relaciones sólidas, proactivas y de confianza. Buena química, generando resultados positivos en la economía y en la sociedad. Buena química, comprometida y con la mirada puesta en mejorar constantemente su sostenibilidad.

Investigamos, innovamos, desarrollamos, manipulamos, almacenamos, distribuimos y asesoramos. Garantizamos soluciones químicas eficientes, fiables y a medida para nuestros clientes en todos los sectores de actividad.

### BARCELONESA GROUP EN CIFRAS

- +80 años de experiencia en el sector
- +400 profesionales para aportarte soluciones
- +2.000 referencias de productos, calidades y orígenes
- +3.000 clientes en el mundo confían en nosotros
- +70 países donde generamos negocio
- +250 Millones de euros facturación consolidada grupo
- 200 K toneladas de producto movidas al año
- 70.000 m<sup>2</sup> de almacenaje y tanques SEVESO II

*Datos de contacto:*

[info@barcelonesa.com](mailto:info@barcelonesa.com)

[barcelonesa.com](http://barcelonesa.com)



[barcelonesa.com](http://barcelonesa.com)

# Metal Lovers

Productos químicos y especialidades  
para el tratamiento de superficies metálicas

ALUMINIO  
ACERO / ACERO INOXIDABLE

Abrillantado Químico  
Galvanizado en caliente

Coil Coatings  
Coloración orgánica

Anodizado  
Pasivado

Decapado  
Electropulido

## PROYECTO NANOZONE: SANEAMIENTO DE AGUAS EN GALVANOTECNIA

El pasado mes de diciembre 2023 realizamos una reunión de seguimiento del proyecto NANOZONE en el que participaron las empresas consorciadas WIT WATER SOLUTIONS, CIDETEC y ULTRAAQUA (de Dinamarca), juntamente con CHEMPLATE MATERIALS como líder del partenariado, contando con la participación técnica de CIDETEC Surface Engineering. La reunión se organizó con el apoyo de AIAS que facilitó sus instalaciones (en Sabadell) y sus servicios a socios que somos, poniendo a disposición del grupo una sala de reuniones suficientemente grande para albergar el encuentro entre empresas. Además, las reuniones se distribuyeron durante dos jornadas y entre sesiones se realizó una visita técnica en las instalaciones de CHEMPLATE MATERIALS para comprobar los equipos primarios de que ya se disponen para el proyecto.

El objetivo de NANOZONE es realizar un estudio detallado del potencial de oxidación del ozono nanoencapsulado para tratar aguas industriales de forma más eficiente. El proyecto se presentó en el programa europeo de Eureka llamado EUROSTARS-3 y cuenta con un presupuesto subvencionable de más de 1 millón de euros, para dos años y medio de ejecución hasta finales de 2025. Este proyecto cuenta con el apoyo de consultores especializados y los partners son empresas líderes en su sector, como son los procesos de tratamiento superficial, de depuración y de gestión de la contaminación en aguas industriales.

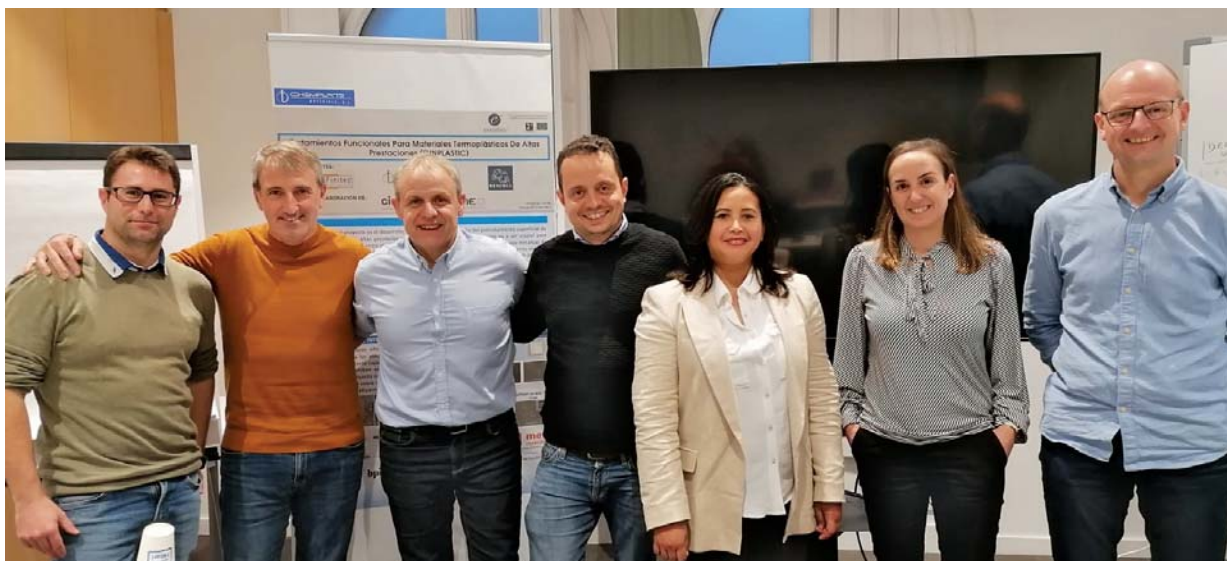


En la reunión de mediados de Diciembre, se hizo seguimiento del avance del proyecto, que empezó en julio de 2023, y se expusieron los primeros resultados y conclusiones de la primera fase del estudio, que va a estar centrado en el diseño e instalación de un prototipo de generador de gas ozono, además de simulaciones de eliminación química de contaminantes. El estudio persigue investigar la nanoencapsulación del gas ozono para que ayude a aumentar tiempos de acción más prolongados y que a la vez ayude a reutilizar aguas de lavado y ahorrar costes de depuración a medio plazo. El proyecto va a conllevar la tarea de construcción de un dispositivo que se pueda acoplar a una planta de depuración y pueda integrarse a la operativa de fabricación en continua de la industria de tratamiento de superficies de forma fácil y eficaz.

*Datos de contacto:*

Andreu Ruiz / [a.ruiz@chemplate.com](mailto:a.ruiz@chemplate.com)

[www.chemplate.com](http://www.chemplate.com)



## BATERÍAS DURADERAS, FIABLES Y EFICIENTES: PLASMATREAT EN EL eMOBILITY VALENCIA

Las aplicaciones de plasma de Plasmatreteat optimizan numerosos procesos en la fabricación de baterías

El próximo evento de la feria está a la vuelta de la esquina: Plasmatreteat Iberia estará presente en eMobility 2024 en Valencia. La empresa es líder internacional en el desarrollo y fabricación de sistemas de plasma atmosférico para el pretratamiento de diversas superficies. Del 13 al 15 de febrero, Plasmatreteat estará disponibles en el hall 5, stand B232, para emocionantes demostraciones en vivo y debates sobre los temas de movilidad eléctrica, fabricación de celdas de batería y pretratamiento de superficies de plasma.

Los cambios relacionados con la movilidad significan que la necesidad de baterías de alto rendimiento para los vehículos eléctricos y, por lo tanto, también la demanda del área de especialización de Plasmatreteat, está aumentando rápidamente. El pretratamiento con plasma es la tecnología clave para la limpieza micro fina, la activación de superficies y el nano recubrimiento de prácticamente todos los materiales. Cuando el plasma, con su alto nivel de energía, entra en contacto con materiales, las propiedades de la superficie de esos materiales cambian, por ejemplo, una superficie hidrofóbica puede volverse hidrófila. Se puede hacer un excelente uso de esto en los distintos pasos de la fabricación de baterías. Esto se puede utilizar con gran efecto en las diversas etapas de la producción de baterías, y se puede lograr con los sistemas y equipos de Plasmatreteat para activar, limpiar y recubrir superficies.

### El tratamiento con plasma en varios pasos del proceso de fabricación de baterías

Hoy en día, la tecnología de plasma de Plasmatreteat se utiliza para todo tipo de baterías: prismáticas, cilíndricas y de bolsa. Las áreas de aplicación son extremadamente amplias. Por ejemplo, la optimización del aislamiento eléctrico se puede lograr mediante la limpieza con plasma antes del recubrimiento o el recubrimiento de celdas individuales con película de PET. En la unión de una a una, es decir, la adhesión de celdas individuales al módulo de la batería, el tratamiento con plasma activa las superficies de las celdas después de la aplicación del recubrimiento o la cubierta de la película, mejorando así la adhesión y, por lo tanto, la conductividad térmica. La adhesividad de la unión estructural en un módulo de batería, por ejemplo, de las paredes laterales, se puede aumentar mediante el tratamiento con plasma de los componentes. La tecnología de plasma también se utiliza para limpiar los terminales de la batería antes del contacto (unión de cables), así como para recubrir la carcasa general del módulo de la batería como protección contra la corrosión activa o tratamiento de la electrónica de potencia antes de la aplicación del recubrimiento protector (revestimiento de conformación).

### Demostración clara de la tecnología de plasma para aplicaciones de baterías

En la feria de eMobility en Valencia, la empresa presentará diversos equipos y sistemas para demostrar el tratamiento de superficies Openair-Plasma: en un sistema especial, la Unidad de Tratamiento de Plasma (PTU), equipada con un robot, los expertos en tratamiento de superficies demostrarán el tratamiento con plasma para varios tipos y tamaños de baterías. "Con la amplia gama de boquillas y generadores diferentes y los diferentes sistemas de



Recubrimiento de la carcasa de una batería con tecnología PlasmaPlus AntiCorr para evitar la corrosión por infiltración debido a influencias ambientales.

(Derechos de autor: Plasmatreteat GmbH)

manipulación que utilizamos para el tratamiento con plasma, podemos ofrecer a nuestros clientes exactamente la solución que necesitan para su proceso y entorno de producción particular.

**Sistemas y componentes que se pueden integrar bien, son altamente reproducibles y son menos dañinos para el medio ambiente**

Los sistemas de plasma de Plasmatreteat y los componentes del sistema para la tecnología de boquillas de plasma atmosférico (Openair-Plasma) pueden integrarse en las líneas de producción existentes y solo requieren aire a presión y electricidad para su funcionamiento. En muchos casos, representan una alternativa menos dañina para el medio ambiente. En la fabricación de baterías, por ejemplo, sustituyen a los procesos que contienen disolventes en la adhesión o a los procesos químicos agresivos que se utilizan para proteger contra la corrosión, como la galvanización. Complementado por la unidad de control de plasma (PCU) de alta tecnología y los innovadores módulos adicionales para monitorear y diagnosticar todos los parámetros del proceso, Plasmatreteat ofrece a sus clientes un proceso sin fisuras control, alta calidad constante y reproducibilidad precisa de las aplicaciones.

"Hemos adquirido una amplia experiencia en la producción de baterías durante la última década y conocemos los puntos críticos. Con nuestros conocimientos, apoyamos a nuestros clientes con los diversos requisitos que surgen en los respectivos pasos del proceso, lo que contribuye a una mejor batería performance, procesos de fabricación más ágiles y costes más bajos", explica Lukas Buske, para concluir.



**Activación superficial de la lámina negra de una célula prismática antes de la unión célula a célula.**  
(Derechos de autor: Plasmatreteat GmbH)

**Cómo Openair-Plasma y PlasmaPlus optimizan los procesos industriales**

Cuando el plasma, con su alto nivel de energía, entra en contacto con los materiales, cambia las propiedades de la superficie, por ejemplo, de hidrofóbico a hidrófilo. La tecnología de plasma solo requiere aire comprimido y electricidad para su funcionamiento. La limpieza fina con Openair-Plasma elimina de forma suave y fiable el polvo, los desmoldeantes, los aditivos, los plastificantes y los hidrocarburos de las superficies. Especialmente con plásticos no polares, el tratamiento con plasma logra la activación de la superficie. Favorece el aumento de la energía superficial mediante la introducción de grupos hidroxilo y, por lo tanto, mejora la adhesión en procesos posteriores como la unión, la impresión, la pintura y el sellado. La tecnología PlasmaPlus de Plasmatreteat también se puede utilizar para crear superficies con funcionalidades específicas con propiedades definidas mediante la aplicación (depósito) de nano recubrimientos, por ejemplo, como una capa promotora de adhesión adicional o protectora ante la corrosión.

**Acerca de Plasmatreteat**

Plasmatreteat es líder internacional en el desarrollo y fabricación de sistemas de plasma atmosférico para el pretratamiento de superficies de sustrato.

Ya sea plástico, metal, vidrio o papel, el uso industrial de la tecnología de plasma modifica las propiedades de la superficie en favor de los requisitos del proceso.

La tecnología Openair-Plasma® se utiliza en procesos de fabricación automatizados y continuos en casi todos los sectores industriales. Algunos ejemplos son la industria automotriz, electrónica, de transporte, de embalaje, de bienes de consumo y textil, pero la tecnología, el coste y las ventajas medioambientales de la tecnología del plasma se utilizan también en la tecnología médica y en el sector de las energías renovables.

El Grupo Plasmatreteat cuenta con centros tecnológicos en Alemania, Estados Unidos, Canadá, China y Japón. Con su red mundial de ventas y servicios, la empresa está representada en más de 30 países por filiales y socios de ventas.

*Datos de contacto: [iberia@plasmatreteat.es](mailto:iberia@plasmatreteat.es)  
[www.plasmatreteat.es](http://www.plasmatreteat.es)*

## LABENCOR, 10 AÑOS CON VOSOTROS SIENDO REFERENTE EN EUSKADI COMO LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CORROSIÓN

Labencor, es un laboratorio ubicado en el Parque Empresarial de Júndiz (Arabako Industrialdea) en Vitoria-Gasteiz, dedicado en exclusiva a la corrosión y especializado en el sector de la automoción, siendo referente en Euskadi y en el Estado.

**Labencor** surge en el 2013, implantándose los equipos/ ensayos definidos para una primera fase a lo largo del 2013 y 2014, se constituyó con clara visión industrial, donde los plazos de realización de los ensayos son determinantes, con una filosofía de trabajo orientada y especializada en el sector de la automoción, sector pionero y altamente avanzado en materia de calidad.

Hasta entonces, esta labor era acometida por Centros Tecnológicos que tenían algún equipo de corrosión, pero cada fabricante de automoción tiene sus propios ensayos y en ocasiones son ensayos largos, así, se plantea crear un laboratorio industrial que permita un servicio inmediato y de calidad.

Se ubicó inicialmente en el BIC Araba de Miñano (Parque Tecnológico de Álava) donde inició su actividad de ensayos de corrosión, hasta que en 2017 la empresa traslada su actividad a una nueva y más grande ubicación (Parque Empresarial de Júndiz (Arabako Industrialdea), en Vitoria-Gasteiz), debido al rápido desarrollo del proyecto, la creciente demanda de ensayos por parte de los clientes y la apuesta continuada por parte de la Dirección de ofrecer un servicio integral en lo que a ensayos de corrosión se refiere.

Ese proyecto inicial, se adquirieron varias cámaras (humidostáticas, de niebla salina, de ciclos combinados, kester-nich, climáticas y de condensación) para poder realizar varios tipos de ensayos de corrosión.

Labencor comienza su andadura con 6 equipos de corrosión de diferentes características y volúmenes. A día de hoy dispone de un amplio número de equipos (22 equi-



A día de hoy, tras diez años de vida, la plantilla formada por cuatro profesionales presta servicio a más de 300 empresas

pos), esto permite tener capacidad suficiente para iniciar los ensayos de manera prácticamente inmediata, lo cual, teniendo en cuenta que hay ensayos que pueden llegar a durar hasta 12 semanas, es de vital importancia.

Disponiendo de un equipo para cada tipo de ensayo, lo cual garantiza tiempos de respuesta ágiles, adaptados a las necesidades del sector industrial y realizando desde **los ensayos más comunes a los más exigentes.**

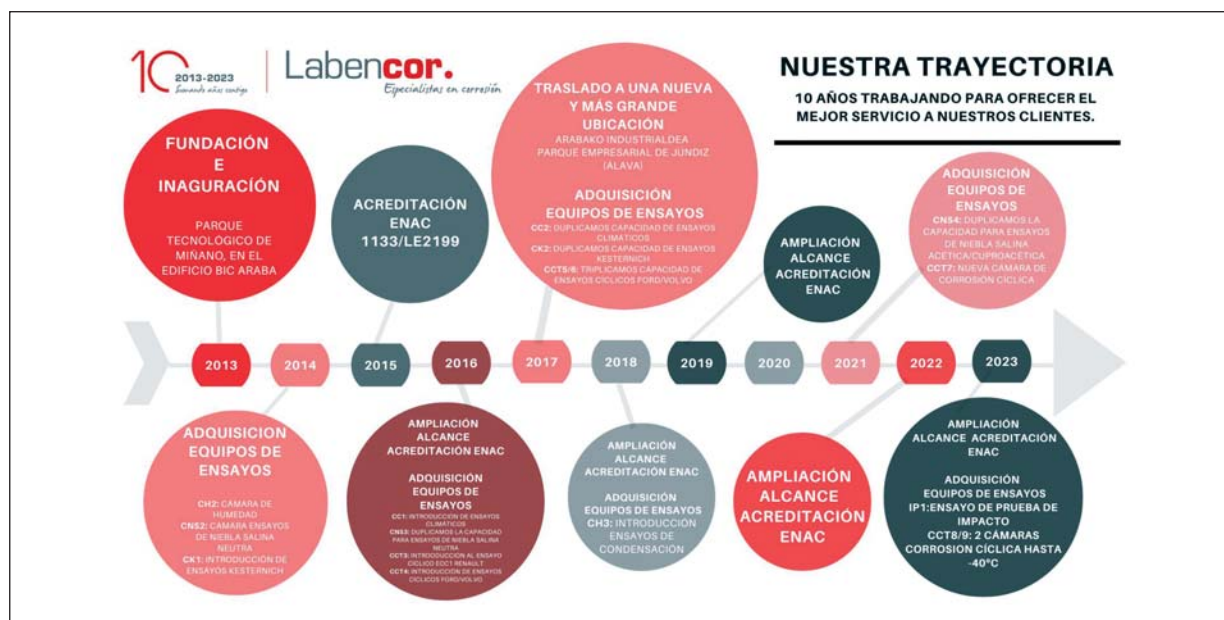
Posteriormente, se han acometido diferentes fases de ampliación de equipos/ensayos, debido a, por un lado

**El primer distribuidor** europeo de productos para la industria y el tratamiento de superficies

ÁNODOS Y METALES NO FÉRREOS  
SALES METÁLICAS  
MATERIAL Y ACCESORIOS

93 470 3175  
iberica@ampere.com

[www.ampere.com](http://www.ampere.com)



la estrategia establecida por el laboratorio de abarcar todo tipo de ensayos de corrosión de los diferentes fabricantes de automoción y por otro, la demanda por parte de los propios clientes para realizar dichos ensayos.

Durante los años 2013-2017, Labencor fue apoyada por el BIC ARABA, Centro de Empresas e Innovación de Alava, S.A. a través del programa Ekintzaile del Gobierno Vasco, así como por el programa Emprende de la Diputación Foral de Álava 2013 y 2015 y por Álava Innova 2016-Empresas.

A día de hoy, ha **diversificado ampliamente su mercado**, incluyendo sectores que están avanzando hacia la excelencia como son el sector aeronáutico, ferroviario, edílico,... cuyos productos, al igual que en el sector de la automoción, requieren de una gran precisión, una elevada calidad, donde el control previo montaje se hace indispensable, cubriendo así sus necesidades actuales en ensayos de corrosión y estudiando sus posibles necesidades futuras. En el mercado de automoción, se utilizan cada vez más materiales metálicos diferentes, que implican nuevos retos a la hora de dar solución a las exigencias anticorrosivas de los mismos. Además, ha aumentado la exigencia en cuanto a los requerimientos de resistencia a la corrosión de los componentes en las diferentes industrias.

Debido a esta tendencia en el mercado del automóvil, debemos ser capaces de ofrecer al mercado diferentes tipos de ensayos para homologar sus componentes/recubrimientos.

Del mismo modo, en su afán por dar un servicio de ca-

lidad y con todas las garantías, Labencor cuenta desde el año 2015 con **Acreditación 1133/LE2199 otorgada por ENAC** en diversos ensayos (niebla salina, humedad, ensayos cíclicos,...), siendo la política implantada en el laboratorio conseguir la ampliación del alcance acreditado en cada nueva auditoria, con un enfoque orientado a dar respuesta a las demandas que se van generando en los distintos sectores anteriormente mencionados.

**Labencor trabaja mayoritariamente para el sector de la automoción** y, en menor medida, para otros sectores tales como la construcción, naval, ferroviario o la gama blanca de electrodomésticos.

Los contratos **son personalizados para cada cliente y cada ensayo**. Y en la página web, cada cliente tiene su **área confidencial**, donde se cuelga toda la información sobre el ensayo.

Por último, dentro del servicio integral en cuanto a corrosión y dada la experiencia adquirida en tratamientos superficiales y ensayos, Labencor imparte formaciones relacionadas tanto con recubrimientos como con normativas específicas de ensayos.

Labencor continuará trabajando en la mejora y actualización de sus servicios de cara a mantener este sello de calidad posicionándose actualmente como uno de los laboratorios de referencia en ensayos de corrosión a Nivel Nacional.

*Datos de contacto:*  
[info@labencor.com](mailto:info@labencor.com)  
[www.labencor.com](http://www.labencor.com)

# Harter

## SECADO SEGURO DE PIEZAS DE ALUMINIO PARA ARTÍCULOS COSMÉTICOS

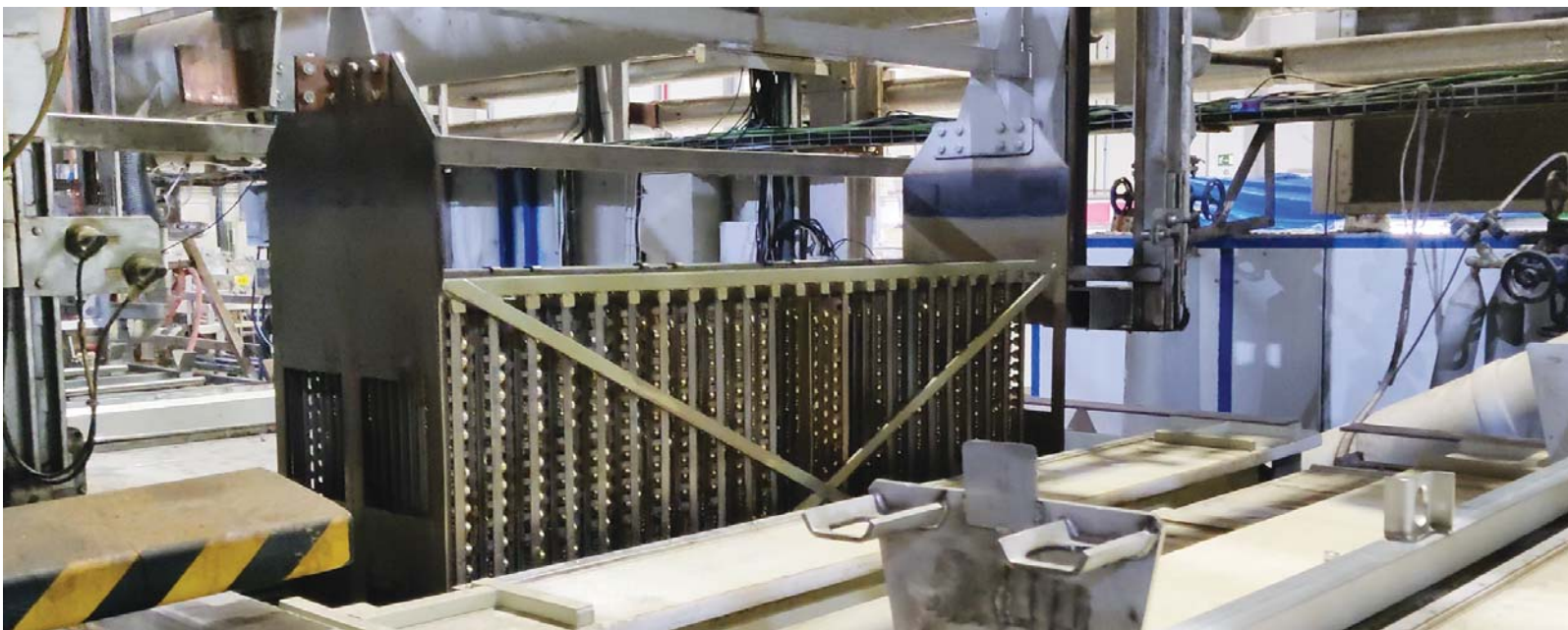
Thomas Cosmetica de España forma parte del Grupo Thomas, que opera a escala mundial. La planta de Valencia produce componentes de hojalata y aluminio para la industria cosmética. Por ejemplo, tubos y tapas para labiales o rímel. Una vez acabados en superficie, requieren una fase de secado. Los tubos y tapas son componentes moldeados que se colocan en portaproductos de forma que absorben una cierta cantidad de agua tras el último aclarado. Con el secado por condensación a través de bombas de calor, el fabricante ha encontrado ahora un proceso que cumple todos los requisitos. El fabricante de secadores Harter, del sur de Alemania, desarrolló este tipo de secado a baja temperatura hace más de 30 años. Este proceso de secado alternativo seca en un rango de temperatura definido entre 40 y 75 °C. Se trata de un sistema de aire cerrado que permite un secado rápido, seguro y sin aire de salida, prácticamente sin emisiones y con un bajo nivel de CO<sub>2</sub>. Un alivio tanto para el medio ambiente como para el bolsillo. En el corazón de cada secador encontramos la tecnología de bombas de calor que funciona de forma eficiente y ahorra energía. Puede integrarse en cualquier tipo de tecnología de procesos, es decir, no sólo en secadores de bastidor, sino también en secadores de material a granel de cualquier tipo o en variantes continuas. Para los componentes grandes tipo pala con geometrías complejas, Harter también integra una tecnología de soplado en los secadores para eliminar la carga inicial de agua. Esto funciona sin aire comprimido.

Thomas Cosmetica ya utilizaba un secador de bastidores

de Harter. Los parámetros para ello se determinaron en pruebas realizadas en el centro técnico de Harter. Sobre esta base, el especialista en aluminio equipó su nueva línea con dos secadores de bastidor que tienen un módulo de bombas de calor conectado, que prepara el aire de proceso necesario y se encarga también del proceso de condensación. Los secadores están equipados con un sistema especial de circulación de aire. El flujo de aire dentro de los secadores también es importante para que el aire de proceso pueda deshumidificarse con éxito. En Thomas Cosmetica se dispone de calor residual procedente del agua caliente. Este calor residual se obtiene de un proceso independiente. En muchos otros lugares, el calor residual simplemente se libera al medio ambiente. Thomas utiliza ahora este calor residual para el calentamiento adicional del secador lo que ayuda a calentar el aire de secado más rápido al inicio del proceso. De este modo, el fabricante valenciano ahorra aún más dinero. Los secadores de bastidor están equipados con un sistema de tapa automática que sólo se abre cuando el portaproductos entra y sale. Esto mantiene el valioso calor dentro del sistema. En función del producto, Thomas selecciona una temperatura de entre 60 y 75 °C para secar sus accesorios cosméticos. Después de 14 minutos, los componentes de aluminio están completamente secos e impecables. La potencia nominal del sistema completo es de 27,1 kW.

*Datos de contacto:*

*info@harter-gmbh.de / [www.harter-gmbh.de](http://www.harter-gmbh.de)*



# Bowman

## ANÁLISIS DE BAÑOS GALVÁNICOS POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X (FRX)

### ANTECEDENTES

Una de las aplicaciones más importantes de la fluorescencia de rayos X (FRX) es el control de calidad en la industria galvánica que permite la medición del espesor y la composición de los recubrimientos, el análisis elemental y el análisis de las soluciones de los baños electrolíticos. El control de los baños galvánicos es fundamental para lograr los resultados deseados y garantizar la eficacia general del proceso de recubrimiento. Analizar la química de los baños de tratamiento de superficies es esencial para garantizar la calidad del producto final.

Las soluciones de los baños electrolíticos se suelen analizar a través de métodos analíticos diversos como la valoración, la espectroscopia de absorción atómica (AA) o el método de plasma de acoplamiento inductivo (ICP). Estos métodos son precisos y proporcionan la información que necesitan los técnicos pero pueden ser complejos, incluso en alguno de ellos las muestras deben someterse a una preparación previa.

**Con el nuevo programa de análisis de baños con varios elementos de BOWMAN, ahora se pueden obtener resultados muy rápidos, precisos y repetitivos.**

El mayor desafío en el análisis de soluciones por FRX es el efecto matriz; éste término se refiere a la influencia o

interferencia que ejercen los componentes presentes en la solución que se está analizando sobre un elemento en concreto. La solución del baño de recubrimiento no es una constante. Una vez que inicialmente se agregan los componentes adecuados, con el tiempo, el proceso de recubrimiento en sí cambia la composición de la solución, el nivel de contaminación y en algunos casos, incluso la acidez.

El programa de análisis de soluciones con varios elementos desarrollado por Bowman permite la corrección de los resultados de uno o más elementos, teniendo en cuenta el efecto matriz y las impurezas en el baño.

### INSTRUMENTACIÓN

**Modelos:** Bowman Series L, B (P), G o K

**Detector:** Detector de Deriva de Silicio (LSDD) con gran superficie

### PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

La muestra de la solución se puede tomar directamente del baño. Se vierte el líquido en la célula de medición, después se coloca un film de mylar en la parte superior y se cierra con la tapa superior para obtener un conjunto estanco. El film de mylar evita derrames de la solución y protege la electrónica del instrumento. A continuación,



la muestra de la solución ya puede colocarse dentro del equipo y analizarse.

#### CALIBRACIÓN

La calibración se realiza con muestras de la solución con valores confirmados por AA, ICP o valoración.

#### RESULTADOS

A continuación, se muestra el rango y el error cuadrático medio de una muestra que contiene los elementos Fe, Co y P con nuestro programa de análisis de baños con varios elementos.

| Elemento | Rango (g/l) | Error cuad. medio (g/l) |
|----------|-------------|-------------------------|
| Fe       | 0,1 – 47,5  | 1,8                     |
| Co       | 0,1 – 1,2   | 0,06                    |
| P        | 1,5 – 3,6   | 0,14                    |

Y estos son los resultados de un baño alcalino de ZnNi obtenidos mediante el programa de análisis de soluciones con varios elementos comparados con los resultados obtenidos mediante valoración (para el Zn) e ICP (para el Ni).

Los resultados de la valoración y del ICP fueron de 4,5 g/l para Zn y 1,02 g/l para Ni.

| Elemento | Valores FRX (g/l) | Repetitividad (g/l) |
|----------|-------------------|---------------------|
| Zn       | 4,43              | 0,02                |
| Ni       | 1,03              | 0,01                |

#### CONCLUSIÓN

En comparación con otros métodos analíticos, el análisis de soluciones de baños galvanicos por fluorescencia de rayos (FRX) es rápido, sencillo y muy eficaz con el que se obtienen resultados muy repetitivos incluso con concentraciones de elementos muy bajas; la preparación de la muestra en la célula de medida es muy fácil, con un solo consumible muy económico (lámina de mylar), en comparación con otros métodos analíticos. Los resultados de la valoración y del ICP fueron de 4,5 g/l para Zn y 1,02 g/l para Ni.

*Datos de contacto: Domènec Mayoral  
domenec.mayoral@bowmaniberica.es  
www.bowmanxrf.com/es*

## Medición del Espesor de Recubrimientos por Fluorescencia de Rayos X (FRX)



Metales Preciosos



Elementos de fijación



PCB, obleas, electrónica



Hidráulica



Acoplamientos mecánicos



Componentes de automoción



Conectores y similares



Herramientas de corte

## MODELOS DISPONIBLES

### Serie G



Instrumento compacto, medición hacia arriba

### Serie B



Grandes prestaciones, mesa XY fija

### Serie P



Análisis de todo tipo de piezas con mesa programable

### Serie O



Policapilar para muestras muy pequeñas

### Serie M

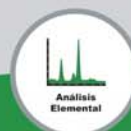


Haz de rayos X ultra pequeño (15 µm)

### Serie L



Uno de los mayores recintos de medida del mercado



# Bautermic

## LAVADO, DESENGRASE, SECADO... DE PIEZAS INDUSTRIALES EN TÚNELES CONTINUOS

Las máquinas **LCB** de BAUTERMIC son de tipo túnel continuo y también se pueden adaptar para poder hacer además otros tipos de tratamientos superficiales afines como pueden ser: **Decapar, Fosfatar, Pasivar, Aceitar...**

Las piezas para tratar son colocadas directamente sobre una cinta transportadora plana, en cestas o soportes especiales y se descargan por el extremo opuesto limpias y secas, para su montaje o embalaje.

Existe el modelo **LCA** de similares prestaciones al anterior, pero con el sistema de transporte de piezas de tipo aéreo, de forma que las piezas pasan por el túnel suspendidas. Esto permite insertar estos túneles en líneas de fabricación o montaje, utilizando los sistemas de transporte existentes.



A las empresas que lo soliciten, les facilitaremos gratuitamente una oferta Técnico-Económica del tipo de máquina más apropiada para sus necesidades específicas.

*Datos de contacto:*

[www.bautermic.com](http://www.bautermic.com) / [comercial@bautermic.com](mailto:comercial@bautermic.com)

### FABRICAMOS:

**MÁQUINAS PARA EL  
DESENGRASE, LAVADO  
Y LIMPIEZA TÉCNICA  
DE TODO TIPO DE PIEZAS  
INDUSTRIALES**

**Lavar, Desengrasar, Fosfatar,  
Secar... Todo tipo de piezas  
eliminando: Óxidos, fangos,  
pastas de pulir, pegamentos,  
virutas, ferrichas,  
aceites, grasas, polvo...**

**En máquinas de tipo:  
TÚNEL, ROTATIVAS,  
CUBAS, CABINAS,  
TAMBORES.**

**\*Disponemos de  
laboratorio propio  
para el control de  
calidad de la limpieza.**

CUBAS



CABINAS



ROTATIVAS



TÚNELES



**Bautermic**  
S.R.L.

Tel: 933 711 558 - Fax: 933 711 408  
[www.bautermic.com](http://www.bautermic.com)  
✉ [comercial@bautermic.com](mailto:comercial@bautermic.com)



# Jornada Surface by AIAS en Metalmadrid 2023: resumen de las ponencias



La última edición de MetalMadrid, parte de Advanced Manufacturing Madrid, evento dedicado a la fabricación, mecanizado y procesamiento de metales, tuvo lugar los días 15 y 16 de noviembre de 2023 en IFEMA. Se dieron cita más de 600 marcas expositoras y más de 13.000 visitantes profesionales.

AIAS estuvo presente con stand y también organizamos la interesante jornada técnica **"Retos y Tendencias en materiales y Tratamientos de Superficie en el Sector de las Energías Renovables"**, con gran éxito de asistencia, presentada por nuestro presidente, Dr. José Antonio Díez Silanes, y en la que participaron expertos de empresas y centros tecnológicos punteros en la materia, que nos presentaron los últimos desarrollos en los que están trabajando.

Agradecemos la presencia de:

- **Carlos Bernabeu** - Fundador y CEO / Arbórea Intellbird
- **Desiderio Díaz** - Director General / Plasmatrete

- **Dr. Marta Fenero** - Unidad de Nanosuperficies / CIDETEC Surface Engineering
- **Dr. Jordi Orrit** - Investigador Grupo de Tecnología de Superficies de la Unidad de Materiales Metálicos y Cerámicos (UMMC) / Eurecat
- **Guillermo Jorde** - Investigador Departamento de Tratamientos Superficiales / CTME Solutions

Actuó como moderador de la jornada el **Dr. Javier Goñi** - Desarrollador de Negocio mercado de Energía / CIDETEC Surface Engineering.

A continuación se expone el resumen de las siguientes ponencias:

- PLASMATREAT - Desiderio Díaz
- CIDETEC - Dr. Marta Fenero
- EURECAT - Dr. Jordi Orrit
- CTME - Guillermo Jorde



# Tratamiento con plasma de rotores eólicos gigantes: eficiente, automático y reproducible

**Desiderio Díaz**, PLASMATREAT ([desiderio.diaz@plasmatreat.es](mailto:desiderio.diaz@plasmatreat.es))

Los sistemas de energía eólica convierten la energía cinética del viento directamente en energía eléctrica. En lugares con mucho viento, estos sistemas contribuyen significativamente a la producción de energía. Además de su diseño o forma de construcción, la eficiencia de una instalación de energía eólica de este tipo depende especialmente de su tamaño. Los sistemas actuales están contruidos para una producción de hasta 10 megavatios y con longitudes de perfil de pala de hasta 90 metros.

La tecnología necesaria para fabricar y construir un sistema de energía eólica es similar en muchos aspectos a la de la construcción de aviones. La sección transversal y la estabilidad mecánica, así como el flujo de aire alrededor del perfil de la pala, se basan en el diseño de las alas de los aviones. Las velocidades circunferenciales, especialmente altas en las puntas de las palas, provocan tensiones extremas en los materiales, como turbulencias en el rango de ultrasidos o acumulación de hielo, al igual que en los viajes en avión.

## REQUISITOS ESPECIALES PARA LA FABRICACIÓN DE ROTORES AVANZADOS DE ENERGÍA EÓLICA:

- Materiales ligeros
- Estructuras de alta resistencia
- Superficies lisas y sin turbulencias
- Alta calidad superficial y estabilidad



Prácticamente la única forma de cumplir estos requisitos es utilizando GRP (plástico reforzado con fibra de vidrio) y CRP (plástico reforzado con fibra de carbono). Al igual que en la industria aeronáutica, el tratamiento con plasma atmosférico ofrece soluciones aquí de proceso especialmente eficaces.

## Áreas de aplicación altamente efectivas del tratamiento Openair-Plasma para la fabricación de palas de energía eólica:

- en el pretratamiento de la fibra
- en el proceso de laminación
- en unión de media concha
- en el tratamiento superficial de los componentes fabricados (acabado superficial)

## PINTAR PALAS DE ROTOR PARA TURBINAS EÓLICAS: LA ADHESIÓN SEGURA DE PINTURA SOBRE CRP DESPUÉS DE LA ACTIVACIÓN POR PLASMA

En la actualidad la técnica en el pretratamiento de superficies para palas de rotores CRP es el raspado mecánico y la limpieza con disolventes. Este proceso

conduce a resultados que distan mucho de ser uniformes, son peligroso para el medio ambiente y requieren mucho esfuerzo manual.

Típico de los componentes CRP es la diferente conductividad térmica entre las propias fibras y la matriz de fibras. Al contrario que con el tratamiento más frío con Openair-plasma, los tratamientos que se aplican a temperaturas más altas, como el tratamiento con llama o láser, pueden destruir las características de la superficie compuesta.



Con la tecnología Openair-Plasma, el tratamiento con plasma incluso de componentes a gran escala es posible sin necesidad de Problemas. Esto abre nuevas posibilidades para la fabricación de palas de rotor de CRP para aerogeneradores.

Un tratamiento con Openair-Plasma, especialmente con la boquilla de plasma RD2005, proporciona una activación uniforme de la superficie sin la aplicación de calor. El resultado de esta activación por plasma es una mejor adherencia de la pintura con un flujo de pintura uniforme para un uso sin fricción y de alta eficiencia de las palas del rotor.

#### PT-RELEASE RECUBRIMIENTO PARA EL DESMOLDEO DE COMPONENTES COMPUESTOS DE FIBRA SIN DESMOLDEANTES (CRP Y GRP)

Generalmente, las palas del rotor se fabrican como medias carcasas en un proceso de laminación con construcción mixta de CRP y GRP. La aplicación de una capa separadora en el molde es indispensable para que el componente terminado pueda ser retirado posteriormente del molde. Convencionalmente, esto se logra con agentes químicos de liberación y debe aplicarse nuevamente después de cada desmoldeo. En el proceso de desmoldeo, los rastros de esta capa de separación se transfieren al componente. Estos deben ser retirados sin dejar residuos antes de la pintura posterior.



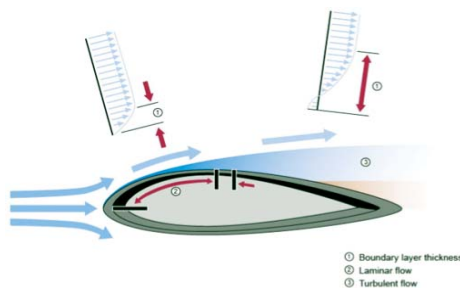
Plasmatreat ha desarrollado una solución sencilla y eficaz para el desmoldeo fiable de componentes de sin desmoldeantes químicos: el proceso PT-Release se utiliza para aplicar un polímero de plasma utilizando Openair-Plasma.

#### DESMOLDEO SIMPLE Y EFICIENTE DE COMPONENTES DE CRP Y GRP CON RECUBRIMIENTO DE PLASMA PT-RELEASE

- Antes de aplicar las capas de material, los moldes se recubren con el proceso PlasmaPlus mediante robot.
- La aplicación del recubrimiento se controla con un espesor de recubrimiento uniforme.
- La Resistencia funcional: actualmente es de aprox. 50 desmoldeos con un solo recubrimiento de plasma.
- Después del desmoldeo y antes de pintar, los desmoldeantes restantes se rompen por completo y se eliminan con la limpieza con plasma Openair.

#### RECUBRIMIENTO FUNCIONAL CON PLASMAPLUS DE LAS PALAS DEL ROTOR: PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN Y MEJOR AERODINÁMICA PARA UN MAYOR RENDIMIENTO

Las leyes de la aerodinámica se aplican tanto a la eficiencia de las palas del rotor en los sistemas de energía eólica como a las aeronaves, donde la fricción del aire en la superficie de las alas y en el fuselaje determina la eficiencia de la aeronave. La micro estructuración y la aplicación de superficies muy hidrófobas y texturizadas reducen la resistencia a la fricción. Un modelo para esto es la forma en que el delfín se mueve en el agua (piel de delfín).



#### CONSIDERACIONES SOBRE LA EÓLICA Y EL USO DEL TRATAMIENTO CON OPENAIR-PLASMA®

##### DESAFÍOS PARA LAS TECNOLOGÍAS DE UNIÓN

- Los productos consisten cada vez más en materiales compuestos
- Las soluciones antiguas, como la soldadura, el atornillado o el remachado, ya no cumplen los requisitos

##### BENEFICIOS DE LA TECNOLOGÍA DE PLASMA

- **Fiabilidad:** Fuerte adhesión y unión estable a largo plazo de plásticos, metal, vidrio y otros materiales
- **Respeto al medio ambiente:** El plasma reemplaza los productos químicos nocivos y reemplaza los procesos perjudiciales para el medio ambiente
- **Diversidad material:** La tecnología de superficies abre un nuevo mundo de combinaciones de materiales en innumerables áreas de aplicación.

# Recubrimientos resistentes a la contaminación superficial para incrementar el rendimiento de las energías renovables

Dra. Marta Fenero, CIDETEC BRTA (mfenero@cidetec.es)

Dra. Ana Viñuales, CIDETEC BRTA (avinuales@cidetec.es)

## Problemática de la contaminación superficial

Las superficies expuestas al ambiente presentan una gran tendencia a atraer y acumular suciedad suponiendo un impacto negativo en numerosas aplicaciones (desde las celdas solares a la aeronáutica, pasando por las superficies de contacto o las fachadas) debido a que pueden generar importantes riesgos para la seguridad y la salud, así como, afectar negativamente al rendimiento, haciendo necesarias costosas operaciones de mantenimiento.<sup>1</sup> Por ello, las actividades de limpieza se han convertido en una actividad rutinaria tanto en aplicaciones industriales como en actividades domésticas. Estos procesos son costosos y requieren mucho tiempo, pero son esenciales para garantizar el rendimiento óptimo de los materiales y sistemas. En este contexto, la industria tiene un gran interés en el desarrollo de nuevas soluciones capaces de preservar limpias las superficies de los materiales, que permitan superar los problemas actuales asociados a la contaminación superficial mencionados anteriormente.

Dos de las fuentes de suciedad más relevantes involucradas en la contaminación superficial son los líquidos y las partículas sólidas, con un impacto muy negativo en el rendimiento de las energías renovables. Por ello, en

los últimos años se han dedicado muchos esfuerzos al desarrollo de superficies que reduzcan la adhesión estas sustancias a la superficie de los materiales.

## Hidrofobicidad/omnifobicidad

Las propiedades de mojabilidad de un material proporcionan información muy valiosa sobre la afinidad y las interacciones que se establecen entre un líquido y una superficie sólida, así como, acerca de la adhesión de partículas sólidas sobre la misma. La mojabilidad de una superficie viene determinada por su energía libre superficial y puede ser cuantificada mediante medidas del ángulo de contacto (AC) entre una gota de un líquido y una superficie. El AC se define como el ángulo formado entre la superficie del sólido y la interfase líquido-vapor de la gota (Figura 1)<sup>2</sup>, por lo que, a mayor AC, mayor repelencia.



Figura 1. Ángulo de contacto ( $\theta$ ) de una gota de agua sobre la superficie de un sustrato sólido mostrando la tensión superficial de las tres interfaces.

Todos estamos más o menos familiarizados con la hidrofobicidad, que es la capacidad de un material para repeler el agua. Pero ¿a qué nos referimos cuando hablamos de omnifobicidad? A la capacidad de un material para repeler cualquier tipo de líquido, independientemente de su tensión superficial.

Tradicionalmente, las superficies repelentes se han obtenido mediante el efecto de la superhidrofobicidad que combina superficies rugosas con motivos micro/nanoestructurados y compuestos de baja energía superficial. Esta aproximación está basada en el conocido efecto de la flor de loto,<sup>3</sup> en el que la repelencia surge del contacto mínimo que se establece entre una gota de agua y la superficie rugosa (Figura 2a), disminuyendo así, la adhesión y permitiéndole rodar con facilidad sobre la superficie. A pesar de la gran capacidad de repelencia al agua que poseen, este tipo de superficies presentan una serie de problemas inherentes que limitan su aplicación, entre los que se encuentran la ineficacia para repeler líquidos de baja tensión superficial, que pueden llegar a expandirse por toda la superficie y la fragilidad de las micro/nanoestructuras, cuya destrucción conlleva la pérdida de las propiedades de repelencia. Inspirándose en las plantas jarra, como la

planta *Nepenthes*, cuyos peristomas poseen una micro/nanoestructura impregnada de agua o néctar que forma una capa lubricante, permitiendo así el deslizamiento de los insectos hacia el interior y el fondo de la planta,<sup>4</sup> el grupo de J. Aizenberg desarrolló las llamadas Superficies Porosas Impregnadas con Líquidos Lubricantes (*Slippery Liquid Infused Porous Surfaces*, SLIPS).<sup>5</sup> Las SLIPS constan de un líquido lubricante de baja tensión superficial infiltrado en un material texturizado o poroso (Figura 2b). Esta tecnología se beneficia de la movilidad de la fase lubricante y de las superficies extremadamente lisas y sin defectos así obtenidas, lo que da lugar a excelentes superficies repelentes de líquidos con un elevado deslizamiento frente a líquidos de baja tensión superficial. De este modo, cualquier líquido o fluido puede eliminarse fácilmente de la superficie. En general, el uso de lubricantes líquidos estabilizados dentro de la estructura porosa del material mejora las prestaciones de repelencia del recubrimiento, aunque también pre-

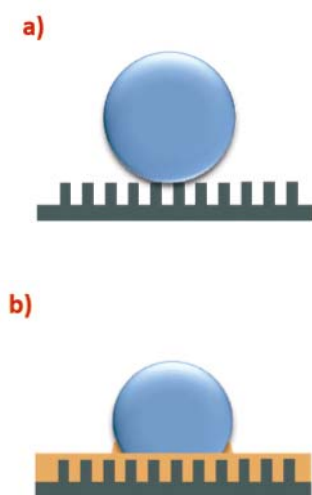


Figura 2. Esquemas de superficies repelentes a los líquidos. a) Superficies superhidrofóbicas. b) Superficies Porosas Impregnadas con Líquidos Lubricantes (SLIPS).

senta otro problema importante como es la durabilidad debido a la evaporación de los líquidos lubricantes. Actualmente, una de las soluciones que se proponen para solventar la problemática de la evaporación es el uso de lubricantes anclados covalentemente a la superficie.<sup>6</sup>

En este contexto y contrastado el interés en las superficies repelentes, no sólo a nivel académico sino también con una demanda real a nivel tecnológico e industrial, CIDETEC apostó hace unos años por el desarrollo de superficies omnífobas que den respuesta a las necesidades de diferentes sectores.

### Tecnologías de CIDETEC

Las tecnologías desarrolladas y en vías de desarrollo en CIDETEC se pueden agrupar en las cuatro estrategias representadas en la Figura 3: 1) Ionogel:<sup>7</sup> comprende una matriz polimérica reticulada anclada covalentemente al sustrato, para conferirle robustez, que contiene un líquido iónico (lubricante no volátil) diseñado a medida de la matriz polimérica, generando una única fase, en forma de gel. De esta forma, se evitan las pérdidas del lubricante típicas de la tecnología SLIPS descrita anteriormente. Las propiedades de repelencia del IONOGEL radican en sus excelentes propiedades de deslizamiento. A pesar de mostrar AC moderados ( $90^\circ$ ) presentan ángulos de deslizamiento extremadamente bajos ( $2^\circ$ ) tanto al agua como al hexadecano, por lo que los líquidos deslizan fácilmente sobre la superficie. 2) Superficies modificadas químicamente: cadenas de baja energía superficial se anclan covalentemente a la superficie del sustrato y debido a su capacidad de rotación se comportan como si estuvieran en estado líquido, obteniendo muy buenas propiedades de deslizamiento. 3) Superficies modificadas con materiales poliméricos:<sup>8,9</sup> polímeros omnífobos con capacidad de entrecruzamiento y de unión covalente al sustrato. Se alcanzan valores altos de AC y, jugando con el entrecruzamiento, buenas propiedades de deslizamiento. Estos sistemas permiten también obtener funcionalidades adicionales mediante la incorporación de partículas, dando lugar a superficies multifuncionales. 4) Estructuración superficial:<sup>10</sup> en superficies metálicas generamos rugosidad mediante un proceso de *etching* químico y tras la modificación química de la superficie se obtienen valores de AC muy elevados tanto al agua ( $> 150^\circ$ ) como al hexadecano ( $130^\circ$ ).

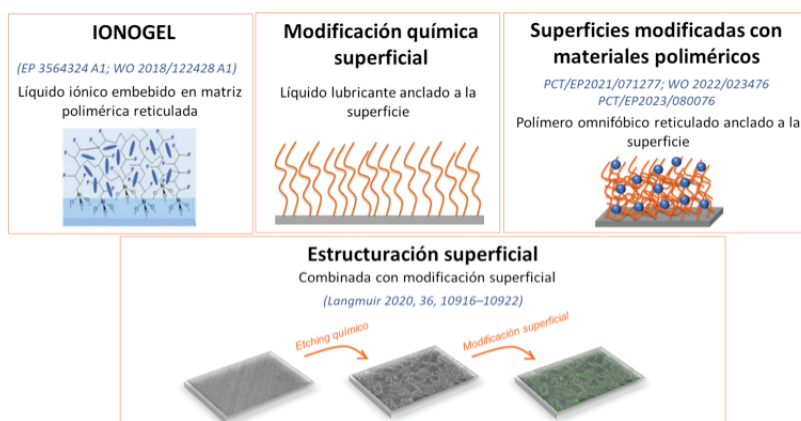


Figura 3. Esquemas de las estrategias propuestas para la obtención de recubrimientos resistentes a la contaminación superficial.

Con estas estrategias y realizando pequeñas modificaciones tenemos capacidad para modificar prácticamente cualquier tipo de material como vidrio, metales, plásticos, cerámica, tejidos o papel.

Estas tecnologías tienen aplicación directa en el ámbito de las energías renovables, donde la contaminación superficial tiene un impacto muy negativo reduciendo la eficiencia y haciendo necesarias costosas operaciones de mantenimiento. En este sentido, cabe destacar la problemática asociada a la contaminación por residuos de impacto de insectos, el polvo y la formación de hielo. A continuación, se describen potenciales casos de uso de estos recubrimientos resistentes a la contaminación superficial para incrementar el rendimiento de las energías renovables.

## CASOS DE USO

### ■ Anti-insectos

La presencia de residuos de insectos (Figura 4) es la principal causa de contaminación en el borde de ataque del ala de un avión. Modifica sustancialmente la distribución del flujo de aire en la superficie alar, aumentando la fricción y, por consiguiente, el consumo de combustible. En este contexto y, en el marco de dos proyectos europeos del programa CleanSky (CHOPIN y STELLAR), CIDETEC ha desarrollado y patentado<sup>9</sup> recubrimientos con propiedades de baja adhesión que reducen la cantidad de residuos de impacto de insectos y facilitan su limpieza, reduciendo a la mitad el tiempo necesario para limpiar completamente una muestra contaminada. Actualmente, estos desarrollos se están trasladando al sector eólico, dado que el borde de ataque de las palas eólicas sufre la

misma problemática de contaminación por residuos de impacto de insectos descrita anteriormente, que en este caso supone la pérdida de potencia reduciendo, así, la capacidad de producción de energía.



**Figura 4. Fotografía representativa de los residuos de impacto de insectos sobre la superficie de un borde de ataque.**

### ■ Anti-polvo

La presencia de polvo y suciedad en los paneles fotovoltaicos reduce la cantidad de energía solar recibida por las celdas solares, lo que conlleva importantes pérdidas de eficiencia debido a una menor transmitancia. De hecho, se estima que la contaminación superficial puede reducir la producción de los paneles fotovoltaicos hasta en un 30% en un solo mes,<sup>11</sup> por lo que la limpieza periódica resulta esencial para este tipo de instalaciones.

Con el objetivo de mitigar las pérdidas asociadas a la contaminación superficial de los módulos fotovoltaicos, CIDETEC ha desarrollado recubrimien-

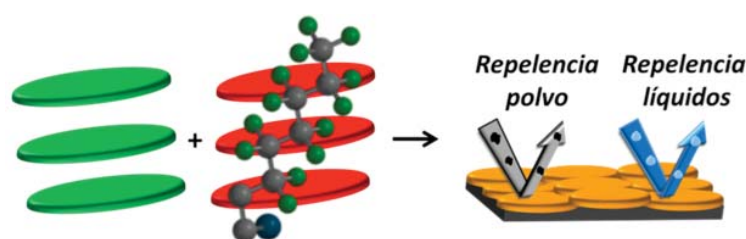
tos anti-polvo multifuncionales combinando propiedades omnifóbicas y antiestáticas (Figura 5).<sup>12</sup>

Actualmente, CIDETEC participa en un proyecto europeo que integra la energía fotovoltaica en edificios (iclimabuilt) y los recubrimientos desarrollados en el marco de este están siendo evaluados en demostradores expuestos a condiciones ambientales de operación real.

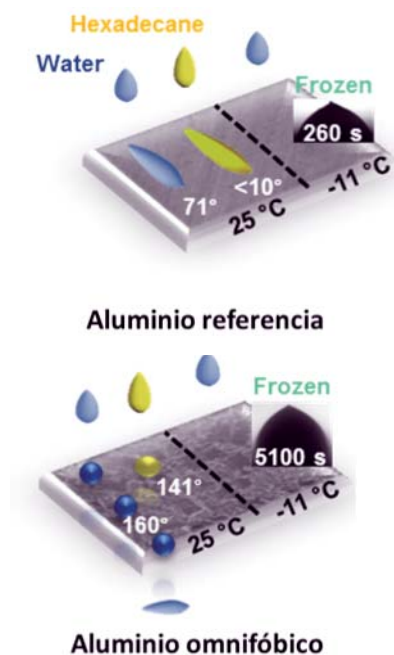
### ■ Anti-hielo

La formación y acumulación de hielo en las palas de los aerogeneradores puede reducir la conversión anual de energía eólica en un 50% debido al cambio en la aerodinámica de las palas, posibles paradas e incluso la degradación de la superficie por ciclos de hielo/deshielo.<sup>13</sup> CIDETEC cuenta con tratamientos superficiales de baja afinidad hacia los líquidos (Figura 6).<sup>10</sup>

Además, estas superficies retrasan significativamente el tiempo de congelación de una gota de agua e inhiben la formación de hielo a partir de gotas individuales que llegan a la superficie repeliéndolas antes de que se inicie el proceso de nucleación. Por otra parte, la capacidad para repeler líquidos de cualquier naturaleza revela el carácter de fácil limpieza que poseen estas superficies.



**Figura 5. Representación de recubrimientos anti-polvo combinando propiedades omnifóbicas y antiestáticas.**



**Figura 6.** Representación de las superficies de aluminio prístino y omnifóbico mostrando sus propiedades de repelencia a líquidos y su capacidad anti-hielo.

Actualmente y en el marco del proyecto europeo Carbo4Power CIDETEC está desarrollando nuevos recubrimientos para prevenir la contaminación superficial sobre composites de resina epoxy destinados al sector eólico que serán aplicados sobre demostradores para evaluar su funcionalidad en condiciones de operación.

### ESCALADO

CIDETEC tiene capacidad para escalar los recubrimientos resistentes a la contaminación superficial desarrollados a nivel de prototipo. Para ello, cuenta con equipamiento para producir formulaciones del orden de 20 L por baño, que posteriormente, son aplicadas de forma homogénea en áreas de hasta 2 m<sup>2</sup> utilizando una cabina de pintura equipada con un robot de esprayado (Figura 7). La aplicación de los recubrimientos se puede realizar tanto en geometría de muestra plana como 3D.



**DISPERMAT® LH20**



**Cabina de pintura con robot de esprayado KUKA READY2SPRAY**

**Figura 7.** Fotografía del equipamiento disponible en CIDETEC para el escalado de los recubrimientos.

### Referencias

- (1) Dalili et al. A Review of Surface Engineering Issues Critical to Wind Turbine Performance. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2009, 13 (2), 428-438. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2007.11.009>.
- (2) Young et al. III. An Essay on the Cohesion of Fluids. *Philos. Trans. R. Soc. Lond.* 1805, 95, 65-87. <https://doi.org/10.1098/rstl.1805.0005>.
- (3) Barthlott et al. Purity of the Sacred Lotus, or Escape from Contamination in Biological Surfaces. *Planta* 1997, 202 (1), 1-8. <https://doi.org/10.1007/s004250050096>.
- (4) Bohn et al. Insect Aquaplaning: Nepenthes Pitcher Plants Capture Prey with the Peristome, a Fully Wettable Water-Lubricated Anisotropic Surface. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2004, 101 (39), 14138-14143. <https://doi.org/10.1073/pnas.0405885101>.
- (5) Wong et al. Bioinspired Self-Repairing Slippery Surfaces with Pressure-Stable Omniphobicity. *Nature* 2011, 477 (7365), 443-447. <https://doi.org/10.1038/nature10447>.
- (6) Wang et al. Covalently Attached Liquids: Instant Omniphobic Surfaces with Unprecedented Repellency. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2016, 55 (1), 244-248. <https://doi.org/10.1002/anie.201509385>.
- (7) PCT/ES2017/070838. COATINGS HAVING REPELLENT FUNCTION AND USE THEREOF.
- (8) PCT/EP2021/071277. REPELLENT COATINGS AND USE THEREOF.
- (9) PCT/EP2023/080076. COATINGS TO MITIGATE SURFACE CONTAMINATION.
- (10) Fenero et al. Omniphobic etched aluminum surfaces with anti-icing ability. *Langmuir* 2020, 36 (37), 10916-10922. <https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.0c01324>.
- (11) How to clean solar panels without water, MIT News Mass. Inst. Technol. (2022). <https://news.mit.edu/2022/solar-panels-dust-magnets-0311> (accessed December 13, 2023).
- (12) Fenero et al. Laponite-Based Surfaces with Holistic Self-Cleaning Functionality by Combining Antistatics and Omniphobicity. *ACS Appl. Mater. Interfaces* 2017, 9 (44), 39078-39085. <https://doi.org/10.1021/acsami.7b13535>.
- (13) Lamraoui et al. Atmospheric Icing Impact on Wind Turbine Production. *Cold Reg. Sci. Technol.* 2014, 100, 36-49. <https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2013.12.008>.

# EURECAT investiga en recubrimientos PVD para pilas de combustible PEM

Jordi Orrit-Prat, Raül Bonet, Sílvia Molas, Amadeu Concustell, Alejandro Pérez, Marc Bahillo, Jaume Caro  
Eurecat, Centre Tecnològic de Catalunya. Unidad de Materiales Metálicos y Cerámicos

El cambio climático global producido por la emisión de gases de efecto invernadero ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  y  $\text{SO}_x$ ), junto con el agotamiento progresivo de las reservas de petróleo mundiales, demandan el desarrollo e implementación de sistemas de generación de energía alternativos menos contaminantes. Entre las distintas alternativas disponibles en la actualidad, las pilas de combustible de hidrógeno de membrana de intercambio protónico PEM (*Proton Exchange Membrane*) han experimentado un rápido desarrollo en los últimos años para su potencial aplicación en el sector del transporte o para generadores de energía estacionarios.

Las pilas de combustible son dispositivos electroquímicos que transforman la energía contenida en un combustible directamente en electricidad. En el caso de las pilas PEM se utiliza

hidrógeno como combustible y el oxígeno del aire atmosférico como oxidante. El conjunto global de la reacción electroquímica es la generación de electricidad y de agua como subproducto (Figura 1). Desde este punto de vista, se trata de una fuente de generación energética sostenible.

Una pila de combustible PEM está formada por el apilamiento de numerosas celdas unidad. A su vez, cada una de estas celdas unidad está formada por una membrana polimérica de intercambio de protones, dos catalizadores, dos capas de difusión de gases y dos placas bipolares situadas a ambos lados de la membrana (Figura 2). El conjunto formado por la membrana polimérica de intercambio de protones, las capas de difusión y los catalizadores (catódico y anódico) se denomina MEA (*Membrane Electrode Assembly*).

Las principales características que presentan las pilas de combustible PEM pueden resumirse en los siguientes puntos: son económicamente viables, relativamente compactas, tienen una elevada densidad de potencia, su puesta en funcionamiento es rápida, operan a bajas temperaturas, presentan una buena durabilidad, una muy baja emisión de gases de efecto invernadero, así como una eficiencia global relativamente elevada.

Por otra parte, el hidrógeno es un vector energético de alta densidad de energía que puede obtenerse de múltiples fuentes, algunas no renovables como el reformado de gas natural y la energía nuclear, pero también de fuentes de energía renovable como las algas o mediante hidrólisis del agua utilizando energía primaria fotovoltaica, termosolar, eólica, hidráulica, etc.

Estas características funcionales comportan que en la actualidad las pilas de combustible PEM constituyan el principal candidato para reemplazar los motores de combustión interna en aplicaciones de transporte. Pese a las enormes perspectivas que ofrecen las pilas de combustible PEM existen ciertas limitaciones técnicas relacionadas principalmente con su durabilidad y coste, que limitan su implementación efectiva en el campo de la electromovilidad. Estas limitaciones técnicas están asociadas, prin-

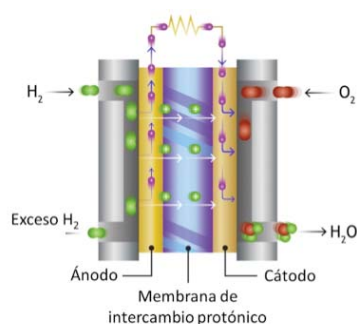


Fig.1. Reacción electroquímica de una pila PEM.

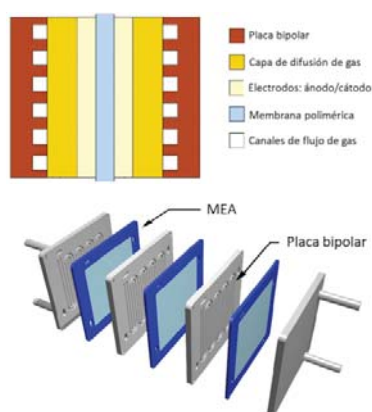


Fig.2. Esquema general de una celda y de una pila de combustible de hidrógeno PEM.

principalmente, a uno de los componentes más importantes que integran las pilas de combustible PEM: las placas bipolares (Figura 3). Éstas pueden llegar a constituir hasta el 80% del peso total y hasta el 45% del precio total de una pila de combustible. Una pila PEM está formada por centenas de placas bipolares y tienen varias funciones: (a) distribuir de manera homogénea los gases reactantes sobre la superficie de los electrodos, (b) sirven de colectores de la corriente eléctrica generada, (c) separan las celdas individuales que forman una pila, evitando fugas de gas y soportando el conjunto, y (d) facilitan la gestión y evacuación del agua y el calor generados durante su funcionamiento.



**Fig. 3. Placa bipolar de acero inoxidable (Elcon Precision LCC).**

Las placas bipolares pueden fabricarse a partir de varios materiales: metales, grafito, materiales compuestos carbono-polímero o metal-polímero. Sin embargo, para aplicaciones de transporte, en especial para automoción, se requiere poder reducir al máximo el peso y volumen del conjunto de la pila, es decir, aumentar la densidad volumétrica de potencia. Este hecho comporta el uso inevitable de placas bipolares metálicas, principalmente de acero inoxidable, las cuales presentan una mayor resistencia mecánica, mayor resistencia al impacto y a las vibraciones, son

impermeables frente a los gases reactivos y tienen una buena conductividad eléctrica. Además, pueden fabricarse a bajo coste, de manera sencilla y a gran escala en forma de láminas delgadas mediante procesos de estampación.

En este sentido, el principal problema que limita la durabilidad de las placas bipolares metálicas es la baja resistencia a la corrosión que ofrecen en el entorno ácido y húmedo bajo el que opera una pila PEM. Este hecho incrementa la resistencia eléctrica de contacto superficial y contamina la membrana polimérica de intercambio protónico, disminuyendo, así, la eficiencia energética de la pila. Una solución a este problema pasa por la aplicación de recubrimientos conductores eléctricos con una buena resistencia a la corrosión.

#### **Recubrimiento de placas bipolares**

En la última década se ha llevado a cabo una intensa investigación en el desarrollo de recubrimientos protectores para placas bipolares metálicas con buena resistencia a la corrosión y buena conductividad eléctrica. Dichos recubrimientos han de cumplir con los objetivos marcados por el DOE (Departamento de Energía de los Estados Unidos), que, entre otros requisitos, exige para el año 2025 que el coste final de la placa bipolar sea inferior a 2 \$/kW, una corriente de corrosión inferior a  $0.1 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ , así como una resistencia interfacial de contacto (ICR, *Interfacial Contact Resistance*) inferior a  $10 \text{ m}\Omega\cdot\text{cm}^2$ . Si bien se han explorado diferentes técnicas de recubrimiento y tratamiento superficial (cementación, nitruración, recubrimientos electroquímicos y deposición química en fase vapor CVD), es la tecnología de deposición física en fase vapor (PVD)

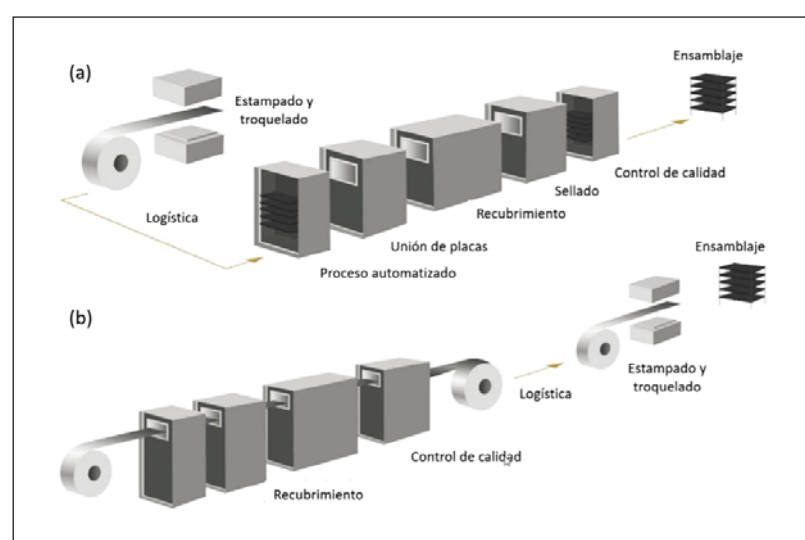
la que ha ofrecido mejores resultados. En la Tabla 1 se muestran algunos de los recubrimientos PVD reportados para su aplicación en placas bipolares de pilas PEM. Entre ellos, los metales nobles ofrecen excelentes propiedades de conductividad eléctrica y protección frente a la resistencia a la corrosión. Sin embargo, el mayor obstáculo para la implementación a gran escala industrial de este tipo de materiales es su elevado coste. En la actualidad, los recubrimientos comercialmente disponibles en el mercado se basan, principalmente, en recubrimientos cerámicos base cromo (*Impact Coatings*) y recubrimientos de carbono amorfo (*Sandvik, Von Ardenne*), que cumplen con los requisitos técnicos marcados por el DOE.

En cuanto a los costes asociados al recubrimiento de las placas existen dos aproximaciones de fabricación distintas: recubrir la placa bipolar una vez ha sido estampada y troquelada (Figura 4a), o bien partir de una bobina de acero inoxidable previamente recubierta (Figura 4b) para proceder a su posterior estampado y troquelado. La elección de una u otra metodología para el recubrimiento de placas bipolares metálicas influirá de manera decisiva en la reducción de los costes y la capacidad de hacer frente a los elevados volúmenes de producción demandados que se prevén a medio plazo sobre todo en el campo de la electromovilidad.

Cabe destacar que, en el año 2012, la Fundació CTM Centre Tecnològic (actualmente integrada en Eurecat), en colaboración con la empresa AJUSA, fue pionera en España en el desarrollo de recubrimientos PVD para la protección de placas bipolares

|                        |                                                                                                                                                                |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metales nobles         | Ta, Au, Nb, Pt, Ag, Zr                                                                                                                                         |
| Recubrimientos base Ti | TiN, TiN+C, AlN+TiN, TiAlN, Ti-C, Ti <sub>2</sub> N/TiN, Ti/(Ti,Cr)N/CrN                                                                                       |
| Recubrimientos base Cr | CrN, CrC, CrNC, CrN+CrC, CrTiN, CrAlN, Cr-C, CrN/CrNC/C, CrN+Cr <sub>2</sub> N, CrN+(Ti, Cr)N+Ti, CrMoN+CrN+Cr, CrN/Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Cr-O+Cr-N |
| Recubrimientos base Zr | ZrN, ZrC/C, ZrCN                                                                                                                                               |
| Recubrimientos base Ta | TaN, Ta/TaN,                                                                                                                                                   |
| Recubrimientos base Nb | NbN, NbC, Nb+NC, C/CrN, CCrN, Zr-C/a-C, CNT, a-C+ZrC, a-C+Ti, a-C+Nb                                                                                           |
| Recubrimientos base C  | C, C/CrN, CCrN, Zr-C/a-C, CNT, a-C+ZrC, a-C+Ti, a-C+Nb                                                                                                         |
| Otros                  | Pt+N, MoN, Cr+Mo <sub>2</sub> C, Al-Cr-Mo-N, SnO <sub>2</sub> : F                                                                                              |

**Tabla 1. Recubrimientos protectores de placas bipolares obtenidos mediante técnicas de deposición PVD.**

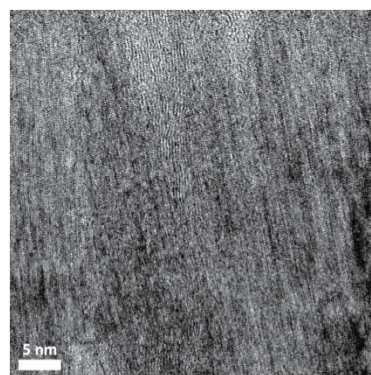


**Figura 4. Proceso de fabricación de placas bipolares metálicas: (a) post-recubrimiento, (b) pre-recubrimiento (adaptado de <https://precors.de/>).**

de pilas de combustible PEM en el marco del proyecto INNPACTO INN-PLÁGENO (IPT-2012-0722-120000, Ministerio de Economía y Competitividad). Fruto de este proyecto, se desarrolló un recubrimiento cerámico obtenido mediante la tecnología PVD de arco catódico con excelentes prestaciones funcionales para la protección de placas bipolares de acero inoxidable.

El recubrimiento desarrollado tiene un espesor de unos 200 nm, una excelente adhesión y presenta una estructura nanocristalina, tal y como se muestra en la imagen de alta reso-

lución de microscopía electrónica de transmisión (HRTEM) de la Figura 5.



**Fig. 5. Imagen HRTEM de la sección transversal del recubrimiento cerámico PVD desarrollado por Eurecat.**

Desde el punto de vista funcional, el recubrimiento presenta una densidad de corriente de corrosión de  $0.055 \pm 0.022 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ , evaluada mediante ensayo potenciodinámico (Figura 6) en condiciones similares a las que opera una pila PEM (pH 3,  $\text{H}_2\text{SO}_4 + 0.1 \text{ ppm HF}$  solución a  $60^\circ\text{C}$ ). Por otra parte, en la Figura 7 se muestra la evolución de la ICR del recubrimiento en función de la presión de compactación de la pila, con un valor  $1.70 \pm 0.14 \text{ m}\Omega\cdot\text{cm}^2$  a 1.4 MPa, cumpliendo, por tanto, con los requisitos marcados por el DOE. Finalmente, el recubrimiento fue ensayado en una pila de 10 kW formada por 150 celdas, dando una vida media estimada de funcionamiento de 5.048 horas.

En la actualidad, Eurecat continúa investigando activamente en el diseño, fabricación y recubrimiento de placas bipolares, tanto de pilas de combustible como de electrolizadores, en los proyectos Green H<sub>2</sub> (Traça-ACCIÓ-Eurecat), FORM-PLATE (proyecto PCPP CPP2021-008514, en colaboración con la empresa NEKLAR) y HLEAF (proyecto colaborativo Transmisiones PLEC2023-010219), ampliando sus capacidades en recubrimientos funcionales para tecnología de hidrógeno (Figura 8).

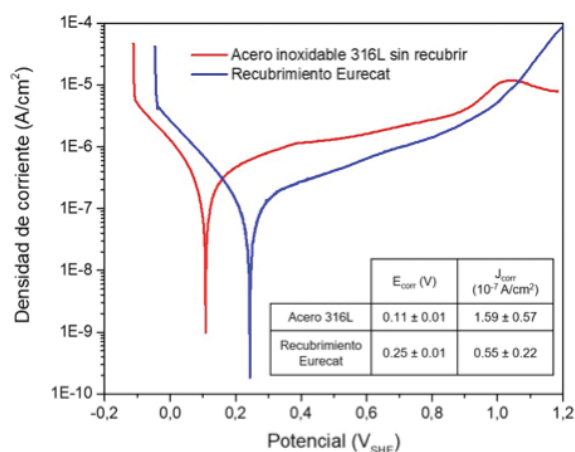


Fig. 6. Curvas potenciodinámicas de acero 316L sin recubrir y con recubrimiento Eurecat.

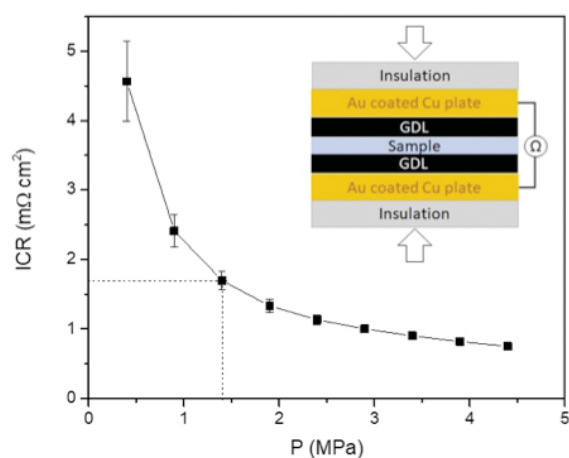


Fig. 7. Evolución de la ICR en función de la presión de una chapa de acero 316L con recubrimiento Eurecat, y configuración experimental de la metodología de medida utilizada.



Fig. 8.- Instalaciones del laboratorio de tecnología de superficies y recubrimientos de Eurecat.

## AIAS firma un acuerdo de colaboración con FEX

En el mes de diciembre AIAS y FEX (*Fastening Excellence Center*), agente específico que integra uniones de alto rendimiento, intermedia y complementa en beneficio de las empresas, firmaron un acuerdo de colaboración para potenciar conjuntamente actividades de transferencia de conocimiento y tecnología (servicios de I+D, análisis, consultoría y estudios para la industria) que puedan resultar de interés para los diferentes sectores industriales implicados y los fines de AIAS y FEX.

En la foto, momento de la firma entre ambas entidades, con José Antonio Díez, Presidente de AIAS, y Juan Urzelai, Managing Director en FEX.



# Retos y tendencias de las tecnologías de proyección térmica en el sector de las energías renovables

Guillermo Jorde, CTME - Fundación Centro Tecnológico Miranda de Ebro (gjorde@ctme.es)

La proyección térmica se entiende como un tratamiento superficial basado en la deposición de partículas micrométricas sobre la superficie de un sustrato con el objetivo de dotar al mismo de unas propiedades diferentes a las que tiene el material base en su origen. Para conseguirlo, se funden o se semi-funden las partículas y se depositan unas encima de otras, consiguiendo un recubrimiento uniforme, denso y bien adherido tanto al sustrato como entre las propias capas del recubrimiento.

En la actualidad se puede encontrar un gran abanico de materiales de aporte de distintas naturalezas, morfologías y granulometrías en función del recubrimiento deseado. De forma general, las funciones buscadas en los recubrimientos aplicados por proyección térmica son los siguientes:

- Anti-corrosión
- Anti-desgaste/abrasión/erosión
- Sacrificio
- Metalización
- Barreras térmicas
- Biocompatibilidad

Como se puede ver en la Figura 1 la superficie del sustrato debe estar previamente pretratada con el objetivo de generar rugosidad para un mejor anclaje de las partículas.

Existen multitud de tecnologías asociadas al proceso de proyección térmica basadas en diversas metodolo-



Figura 1. Ejemplo representativo de recubrimiento por proyección térmica.

gías de deposición. CTME actualmente cuenta con tres de estas tecnologías: **APS** (*Atmospheric Plasma Spray*), **HVOF** (*High Velocity Oxy-Fuel*) y **FS** (*Flame Spray*). Se procede a explicar las principales diferencias entre APS y HVOF.

El **APS** es una tecnología de deposición de proyección térmica consolidada en el mercado y especialmente versátil. Su tecnología se basa en la generación de plasma a través del calentamiento de dos gases gracias a un arco eléctrico. Las partículas se introducen en la pluma formada fundiéndose y depositándose en la superficie. La transferencia energética es principalmente térmica y en menor proporción cinética. El rango de materiales a depositar es ciertamente amplio, pudiéndose utilizar materiales cerámicos, cermets, metálicos e incluso polímeros. Los recubrimientos obtenidos presentan cierta rugosidad y porosidad, sin embargo, los recubrimientos se mecanizan a posteriori para ajustar dimensionalmente la pieza tras la deposición. La Figura 2 muestra un esquema conceptual de una pistola estándar de APS.

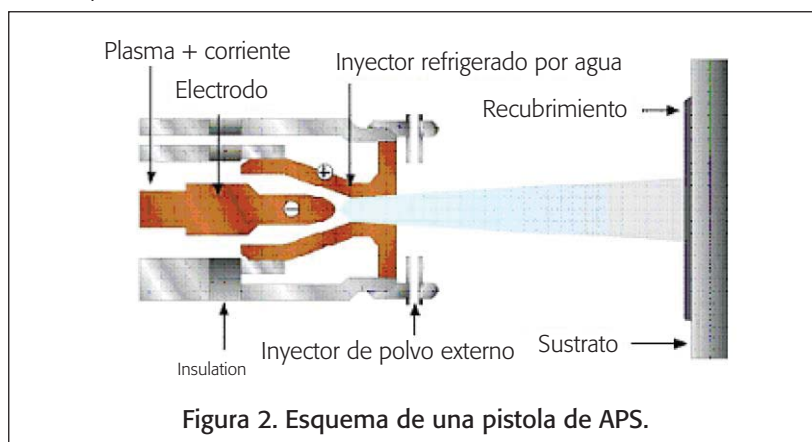
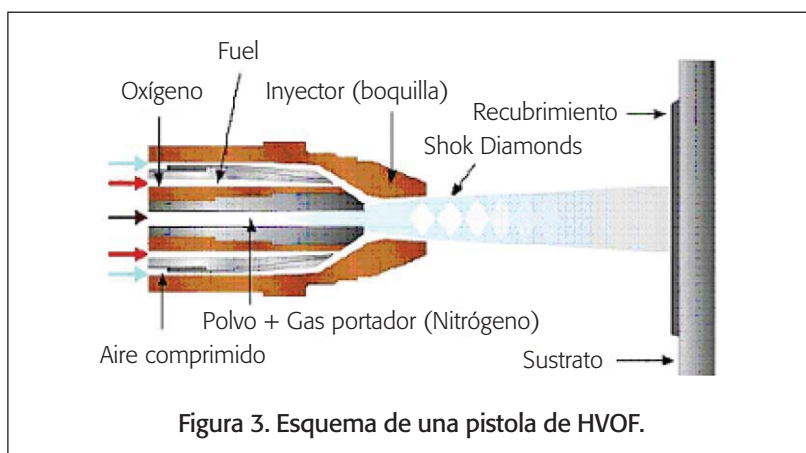


Figura 2. Esquema de una pistola de APS.

El **HVOF** es una tecnología que basa su funcionamiento en la combustión entre dos gases dentro de una cámara convergente-divergente que aporta a las partículas velocidades superiores a la velocidad del sonido. Esta tecnología, al contrario que el APS, centra su transferencia energética en energía cinética y no tanto en transferencia térmica. No se produce una fusión completa de las partículas, al contrario del APS. Al impactar y, al no llegar fundidas, las partículas se deforman plásticamente, evitando la generación de tensiones residuales de tracción asociadas a los procesos de solidificación de las partículas. Los recubrimientos obtenidos tienden a ser densos y de baja porosidad, mientras que los materiales a utilizar, son principalmente materiales metálicos y cermet.



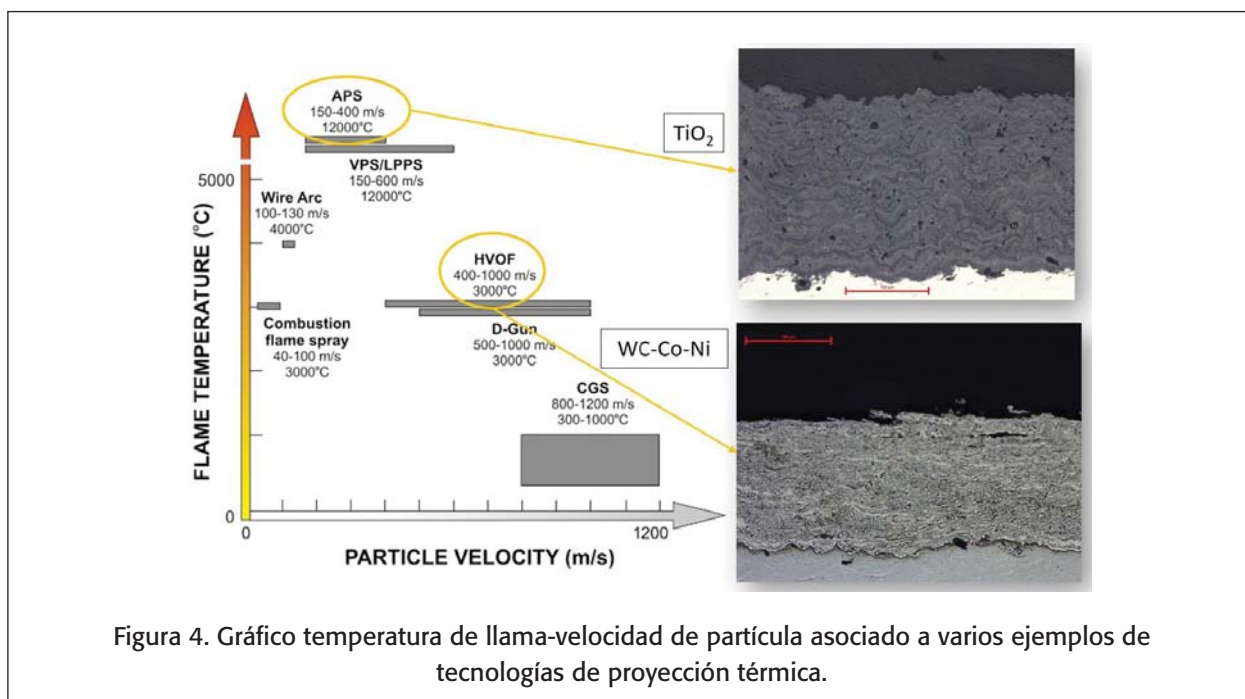
A continuación, se muestra un gráfico con diferentes tecnologías de proyección térmica y los correspondientes valores de temperatura de llama y velocidad de partícula que se consigue. Se incluyen además dos ejemplos ilustrativos de lo anteriormente explicado (Figura 4).

### PROYECCIÓN TÉRMICA DENTRO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES:

La proyección térmica es una tecnología interesante de implementar dentro del mundo de las energías renovables gracias a su versatilidad. Esta versatilidad está fundamentada en la cantidad de materiales posibles a aportar y los materiales sustratos con los que trabajar. A continuación, se van a ir abordando posibles soluciones ofrecidas por la proyección térmica en distintas industrias del sector de las renovables.

### PROYECCIÓN TÉRMICA EN LA ENERGÍA EÓLICA:

La energía eólica es aquella que aprovecha las corrientes de viento para generar electricidad. Es por esto que los elementos que ensamblan el aerogenerador se encuentran en ambientes externos, teniendo que soportar las condiciones climatológicas más adversas. Para reducir el peso de los componentes, se utilizan materiales compuestos reforzados. Normalmente, estos materiales suelen



contar con recubrimientos, como pinturas, que los protejan de los agentes climáticos y de ciertos elementos presentes en las corrientes de aire.

La proyección térmica es una realidad ya para este tipo de materiales. Desde CTME se han conseguido desarrollar recubrimientos cerámicos sobre resinas epoxys reforzadas con fibra de carbono y fibra de vidrio capaces de soportar el impacto de partículas. Este hito permitiría alargar la vida útil de los componentes actualmente pintados.

Existen más componentes como los ejes lentos del rotor que actualmente se están recubriendo mediante proyección térmica. Estos ejes se encuentran en constante fricción con otros elementos, estando sometidos así a elevados índices de desgaste. Desde CTME se han realizado labores de asesoría con diferentes clientes del sector para guiarles en la compra de equipos que permitan proteger estas partes críticas de los aerogeneradores. La proyección térmica también se aplica en el campo de las reparaciones y recuperaciones, evitando desperdiciar piezas enteras y permitiendo rehabilitar elementos mellados.

#### PROYECCIÓN TÉRMICA EN LA ENERGÍA NUCLEAR:

Otro de los campos de interés donde la proyección térmica está ganando adeptos es en la energía nuclear. El calor generado en el reactor puede poner en peligro algunos de los componentes principales de la vasija. Una de las principales aplicaciones de la proyección térmica es el desarrollo de barreras térmicas. Estas, como su propio nombre indica, sirven de escudo entre ambientes extremos de alta temperatura y los componentes funcionales de los equipos. Suelen estar formados por una capa de an-

claje metálica y una capa superior cerámica que reduce el impacto térmico sobre la pieza. De esta forma se consigue proteger y alargar la vida útil de dichos equipos. Actualmente CTME se encuentra sumergido en plena investigación de esta tipología de capa para algunos componentes dentro del proyecto Fusion For Energy – ITER.

#### PROYECCIÓN TÉRMICA EN LA ENERGÍA MAREOMOTRIZ Y UNDIMOTRIZ:

Las energías mareomotriz y undimotriz, al igual que los aerogeneradores en el caso de la energía eólica, cuenta con elementos altamente expuestos a entornos exigentes. En este caso, las piezas que forman las boyas requieren de recubrimientos densos que eviten la inclusión y propagación de la corrosión hacia el material base. Algunos recubrimientos como el WC-CO-Cr aplicados por HVOF son soluciones polivalentes para este tipo de problemática, consiguiendo recubrimientos densos, de baja porosidad y bien adheridos al sustrato. Además, poseen un gran rendimiento en entornos de desgaste o fricción, por lo que para este tipo de aplicaciones son perfectos. El CTME cuenta con multitud de servicios a industrias *off-shore* que han requerido de estas soluciones para proteger sus equipos en ambientes altamente corrosivos.

#### PROYECCIÓN TÉRMICA EN LA GENERACIÓN DE H<sub>2</sub>

Por último, otro de los casos más disruptivos en la actualidad tiene que ver con la generación y el almacenamiento de hidrógeno verde. A pesar de que no se considera una energía renovable per se, se ha querido incluir esta rama debido a sus prometedoras prestaciones a la hora de generar

energía y su respeto con el medio ambiente.

En la actualidad, el hidrógeno se ha presentado como una solución sostenible a la hora de generar energía, sin embargo, existe incertidumbre acerca de esta tecnología y de este complejo elemento. Uno de los campos donde la proyección térmica tiene cabida dentro del sector del hidrógeno es en la mejora del rendimiento de los electrolizadores. Los electrolizadores son los equipos encargados de generar hidrógeno a través de sinergias entre el agua y la corriente eléctrica. Estos equipos cuentan con electrodos los cuales sufren de degradación según va pasando la vida útil del equipo al producirse la disociación de la molécula de agua formada por O<sub>2</sub> y H<sub>2</sub> en O<sub>2</sub> y H<sub>2</sub> independientes. Al irse degradando, la conductividad se ve afectada, bajando el rendimiento del electrolizador drásticamente.

La proyección térmica, con diversos recubrimientos, está siendo capaz de abordar este problema. Sin embargo, aún es un campo de investigación incipiente. Otro de los problemas presentados por el hidrógeno es su compleja manipulación, transporte y almacenamiento. Este elemento tiende a filtrarse por los materiales y a fragilizarlos, afectando al rendimiento de los equipos y modificando sus propiedades mecánicas. La proyección térmica, gracias a sus recubrimientos densos, poco porosos y, de gran espesor en comparación con otras tecnologías de recubrimientos, nace como posible solución para abordar estos problemas.

Actualmente CTME se encuentra inmerso en diversos proyectos relacionados con el almacenamiento de esta prometedora fuente de energía.

# AIAS en BIEMH 2024: innovación, tecnología y conocimiento al más alto nivel

**DEL 3 AL 7 DE JUNIO EN BILBAO EXHIBITION CENTRE**

AIAS estará presente en la próxima edición de BIEMH, feria internacional líder en fabricación avanzada, que regresará a Bilbao Exhibition Centre del 3 al 7 de junio. Respaldada por 31 exitosas ediciones y con un sólido prestigio a nivel mundial, Bienal Internacional de Máquina-Herramienta volverá a reunir innovación, tecnología, conocimiento y negocio al más alto nivel de la mano de las principales firmas fabricantes, importadoras y distribuidoras.

BIEMH 2024 se perfila como un auténtico espectáculo industrial y tecnológico, donde las grandes máquinas en funcionamiento serán las protagonistas indiscutibles. Junto con la imponente maquinaria de vanguardia, la automatización, la robótica y la digitalización consolidarán su posición como parte destacada del evento en un área destacada que incluye la exposición de productos, demostracio-

nes prácticas y presentaciones especializadas. Estos sectores, que además de contribuir a la mejora de la eficiencia impulsan la calidad, innovación, flexibilidad y competitividad. La oferta expositiva de BIEMH 2024 se complementará con empresas de sectores como herramientas; accesorios; componentes; metrología y servicios para la producción, proporcionando una visión integral y diversificada de las últimas innovaciones y soluciones en la industria avanzada.

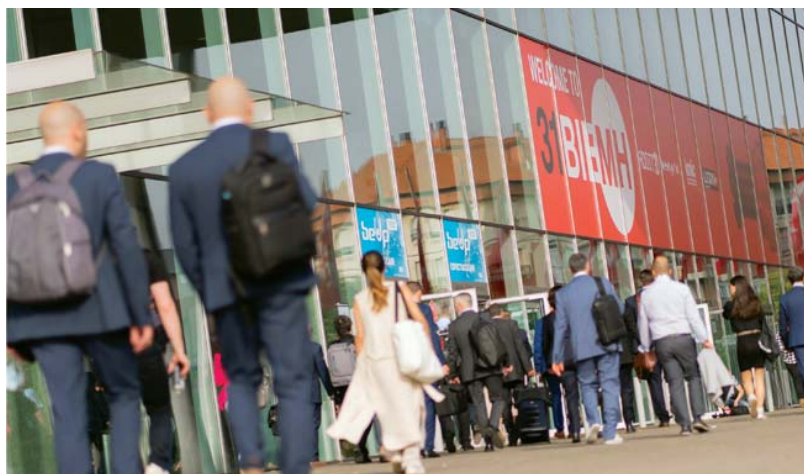
Para garantizar la participación en la feria de visitantes profesionales del máximo interés, el programa VIP de invitación a compradores/as volverá a ser una de las piezas clave de BIEMH. Actualmente, la promoción del evento se está llevando a cabo en cerca de 150 países, con especial énfasis en territorios como México, EE. UU., Canadá, Italia, Turquía, India, Francia, Portugal, Alemania, Reino

Unido, Países escandinavos, Suiza, China, República Checa y Polonia.

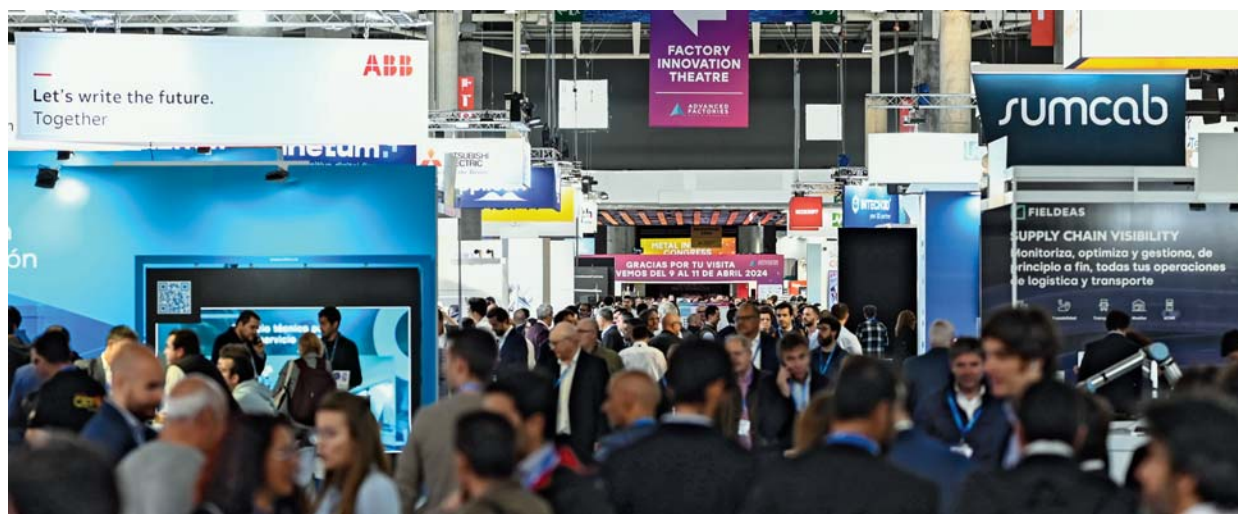
Además, y con el objetivo de proporcionar una plataforma líder en la que abordar los desafíos y oportunidades del sector, BIEMH 2024 ofrecerá una extensa agenda de contenidos que engloba análisis, debates y oportunidades de networking. Uno de los puntos destacados será el apartado congresual denominado **BIEMH Talks**, donde a lo largo de tres jornadas y de la mano de expertos/as internacionales de renombre, se profundizará, entre otras, en las tecnologías vinculadas a la automatización, la robótica, la transformación digital en la industria y la fabricación aditiva e impresión 3D.

En paralelo a la celebración de BIEMH, del 3 al 7 de junio tendrá lugar en los pabellones BEC una nueva edición de **BeDIGITAL**, foro exclusivamente dedicado a la aplicación industrial de las tecnologías digitales; **ADDITED**, feria de carácter industrial líder en fabricación aditiva e impresión 3D del Estado, y el foro de empleo y espacio integral de talento **WORKinn Talent Hub**.

*BIEMH 2024 está organizada por AFM, Machine Tool Manufacturers; AIMHE, Machine Tool Importers y Bilbao Exhibition Centre, y cuenta con el apoyo de SPRI - Gobierno Vasco como Partner Institucional.*



# AIAS colabora con Advanced Factories 2024 para seguir impulsando la transformación e innovación en la industria de los tratamientos



LOS PRÓXIMOS 9, 10 Y 11 DE ABRIL DE 2024, FIRA DE BARCELONA SERÁ EL ESCAPARATE DE LAS ÚLTIMAS SOLUCIONES EN AUTOMATIZACIÓN, ROBÓTICA, INTELIGENCIA ARTIFICIAL, IOT, CIBERSEGURIDAD Y ANALÍTICA DE DATOS

ADVANCED FACTORIES VOLVERÁ A REUNIR MÁS DE 27.000 DIRECTIVOS Y EMPRESARIOS DEL SECTOR INDUSTRIAL MANUFACTURERO EN BUSCA DE SOCIO INDUSTRIAL Y TECNOLÓGICO

Advanced Factories, el evento líder en automatización y robótica industrial del sur de Europa, abre la convocatoria a empresas expositoras en la que va a ser su octava edición en **Barcelona** para seguir impulsando la automatización y la robótica en la industria. Desde AIAS sabemos que es un evento imprescindible para impulsar la transformación industrial, y por ello te animamos a formar parte de la próxima edición. **Del 9 al 11 de abril de 2024** en el recinto de Fira Barcelona - Gran Vía y bajo el lema **'Integrating Automation Systems'**, Advanced Factories busca dar un paso más en la integración de equipos, sistemas de automatización y las tecnologías 4.0 para conseguir mayores niveles de productividad.

*"La autonomía industrial europea sólo la van a conseguir esos países que tengan una industria innovadora y competitiva. Y esa competitividad pasa por tener nuestras fábricas altamente automatizadas, utilizando la robótica, la inteligencia artificial y la analítica de datos para dar con mayores niveles*

*de eficiencia en los procesos. Es el momento de integrar los sistemas de automatización y fabricación, que nos ayuden a alcanzar nuevas cuotas de productividad", destaca **Albert Planas**, director general de Advanced Factories.*

Durante tres días, Advanced Factories reunirá a más de 460 firmas expositoras que mostrarán las últimas soluciones en robótica, automatización, sistemas integrados de la producción, Inteligencia Artificial, IoT, ciberseguridad, Big Data y analítica de datos..., con el objetivo de acercar todas estas soluciones a los más de 27.000 directivos industriales que la visitan cada año. Si quieres disponer de tu propio stand para mostrar tus soluciones y conectar con cientos de potenciales clientes, [registra ahora tu interés para recibir más información.](#)



### Industry 4.0 Congress

En el marco de Advanced Factories se celebrará un año más el **Industry 4.0 Congress**, en el que 320 expertos compartirán las claves para impulsar la eficiencia, la flexibilidad y la adaptabilidad de las plantas de producción: desde los procesos de fabricación inteligente impulsados por la automatización, la robótica o la IA, pasando por la conectividad y la diversidad de formatos de explotación a través de la realidad virtual, visión artificial o gemelo digital. Además, acogerá diferentes foros específicos como el Congreso Nacional de Gestores de Polígonos Industriales, el *Plant Manager's Summit*, el Foro de Ciberseguridad Industrial, el *CIO's Summit*, el Foro de Inteligencia Artificial o el 3D Printing Forum.

### Ocho ediciones de éxito en Barcelona

AIAS colabora una vez más con Advanced Factories, que celebró su primera edición en 2017 en el CCIB de Barcelona y ha conseguido posicionarse ya como el evento líder indiscutible en automatización y robótica industrial del sur de Europa. En la pasada edición, Advanced Factories dio un paso más trasladándose a Fira de Barcelona para dar respuesta a la elevada demanda de empresas expositoras que desde hacía años querían exponer. Este cambio de recinto permitió doblar la oferta de firmas expositoras en una edición que se celebró conjuntamente con AMT - Advanced Machine Tools, el evento bienal de máquina-herramienta para la industria metalúrgica que volverá en 2025.

Ahora, vuelve a Fira de Barcelona para seguir impulsando la competitividad industrial y contribuir a crear una industria europea más sostenible, competitiva y autosuficiente.

*"Desde nuestra primera edición, hemos creado la mayor comunidad industrial de España, reuniendo a decenas de miles de profesionales junto a los principales actores de la industria, líderes tecnológicos, asociaciones profesionales y expertos para compartir conocimientos, descubrir las últimas tendencias y explorar las tecnologías más innovadoras que están revolucionando la industria",* señala **Victor Blanc**, Event Manager de Advanced Factories.

## Brokermet

**ESPECIALISTAS EN  
NÍQUEL METAL,  
CLORURO DE NÍQUEL Y  
SULFATO DE NÍQUEL,  
PARA GALVANOTECNIA**

San Bernardo, 82 Local  
28015 Madrid  
[www.brokermet.com](http://www.brokermet.com)

Tel: +34 91 444 46 20  
Fax: +34 91 446 39 58 / 58 43  
[salo@brokermet.com](mailto:salo@brokermet.com)

**30**  
ANIVERSARIO  
**Brokermet**

# Directorio de Subcontratación

**SDINOX**  
ELECTROPULIDO  
TRATAMIENTO DEL ACERO INOXIDABLE  
DESENGRASADO-DECAPADO-PASIVADO



[WWW.SDINOX.COM](http://WWW.SDINOX.COM) info@sdinox.com T. 918 956 833

 **J. CLAPE sa**

**Chorroado y  
Granallado Industrial**

[www.jclape.es](http://www.jclape.es)

  
*"stainless steel care is our passion"*

**PASIVADOS • DECAPADOS  
ELECTROPULIDOS • NER-INOX  
PRODUCTOS Y EQUIPOS  
TRABAJOS IN SITU  
SUBLIMATION PROCESS®**

[www.aujor.com](http://www.aujor.com)  
T. 93 876 01 15

**MASKING**  
Especialistas en enmascarado  
y sistemas de cuelgue.



[www.masking.es](http://www.masking.es)  
masking@masking.es | +34 93 836 21 91

 **SOL-GAL**  
SOLUCIONES GALVÁNICAS

PROVEEDORES DE SOLUCIONES GARANTIZADAS

T. +34 960 229 789 / +34 655 214 862  
info@solucionesgalvanicas.com  
[www.solucionesgalvanicas.com](http://www.solucionesgalvanicas.com)

  
**ASUMETAL**

**PULIDO, CHORREADO Y  
GRANALLADO DE PIEZAS**

Libra, 58 • 08228 Terrassa  
(Pol. Ind. Can Parellada)  
Tel. 93 783 85 59  
[www.asumetal.com](http://www.asumetal.com)  
asumetal@asumetal.com

**CATAFORESIS  
PRETRATAMIENTOS  
GRANALLADO  
POLVO**

 **INTEGRAL  
SERVICE**

más protección  
más valor

[tacsas.com](http://tacsas.com)

  
drying solutions

• AHORRO DE CO<sub>2</sub>  
• PROCESO SEGURO  
• SIN SALIDA DE AIRE  
• AHORRO DE ENERGÍA

**CÓMO SECAR  
SUPERFICIES  
PERFECTAMENTE  
Y AHORRAR HASTA  
UN 75 % DE ENERGÍA  
EN EL PROCESO.**

  
**CROMOZINC  
GUEMAR**  
TRATAMIENTOS DE SUPERFICIES METÁLICAS



93 721 13 61 - [cromozinc.com](http://cromozinc.com)

**Pintura Industrial Mestres**

  
1920 - 2020

Especialistas en recubrimientos  
industriales y tratamientos  
avanzados para superficies

T. +34 938 771 510  
[pinturesmestres@pinturesmestres.com](mailto:pinturesmestres@pinturesmestres.com)  
[www.pinturesmestres.com](http://www.pinturesmestres.com)

**Duralcrom®** 

Recubrimientos de:  
**CROMO DURO**

Stock:  
**BARRA CROMADA  
TUBO LAPEADO H8/H9**

Gama para oleohidráulica.  
Fabricación y mantenimiento ind.

[www.duralcrom.com](http://www.duralcrom.com)  
Tel. 937 655 087

 **BOMBAS ESPECIALES  
TORRES**

Especialistas en sistemas  
de bombeo y filtración  
para la industria del  
tratamiento de superficies

Tel. 93 261 18 86

[www.bombastorres.com](http://www.bombastorres.com)  
[bet@bombastorres.com](mailto:bet@bombastorres.com)

# Directorio de Subcontratación



RECUBRIMIENTOS METÁLICOS  
Zincado pasivado azul / Pavonado  
Aluminio estañado / Cobre estañado  
Níquel químico

T. 692 866 686  
administracion@zincatsmolina.com  
calidad@zincatsmolina.com



Surface Coating Installations  
+34 944 676 091 - Legazpi, 6 - 48950 Erandio - Bilbao



DISEÑO Y FABRICACIÓN  
MÁQUINAS DE LIMPIEZA  
POR ULTRASONIDOS

Tecnología exclusiva  
alta potencia · multifrecuencia

T. 96 134 11 09  
info@brioultrasonics.com



Recubrimientos PVD y CVD  
nanoestructurados  
de última generación

www.flubetech.com



SURFACE TREATMENT TECHNOLOGY



FABRICANTE DE LÍNEAS DE  
TRATAMIENTO SUPERFICIAL  
AUTOMATIZACIÓN  
REFORMAS Y MEJORA

Miguel Ángel Calvo  
macalvo@surtech.es  
+34 691 11 98 90  
www.surtech.es



Dedicados al cromado sobre piezas plásticas 1H y 2H  
para los sectores de automoción, sanitario, cosmética  
y electrodomésticos.



Satis-Coating S.L.U.  
C/ Banyeres, 6  
03420 Castalla (Alicante)  
(+34) 96 556 14 81  
www.groupssatis.com



Rectificadores Quasar  
de alta frecuencia  
para todo tipo de  
tratamientos galvanicos.

Finish Metal Plating SL  
www.finishmetal.com/crs



electrometal  
RECUBRIMIENTOS ELECTROLÍTICOS

T. 937 101 534  
electro@electrometal.cat  
WWW.ELECTROMETAL.CAT



SOLUCIONES TURNKEY

· DIP/RACK SPIN  
· LÍNEAS DE BOMBO/RACK  
· AUTOMATIZACIÓN CARGA/DESCARGA

CONTACTO Tomás Miranda  
tmiranda@sidasas.com  
+34 662 305 862



ZINC · ZINC NÍQUEL · ZINC LAMELAR  
FOSFATADO / PASIVADO INOX.  
ACABADOS DÚPLEX  
ACABADOS ORGÁNICOS

Industrial Electrolítica Cano, SLU  
Edison, 17-19 Pol. Ind. Ca N'Estella  
08635 Sant Esteve Sesrovires a Barcelona  
inelca@inelca.es a +34 93 779 86 08

VISITE NUESTRA WEB  
WWW.INELCA.ES



PINTADOS INDUSTRIALES,  
CHORREADO y METALIZACIÓN



www.DUCCAR.com



Productos químicos y maquinaria para:

Tratamiento de superficies /  
Posprocesado de fabricación aditiva  
Tratamiento de aguas residuales industriales /  
Vertido 0

www.hervel.com  
hervel@hervel.com

# Directorio de Subcontratación

 **GAMARTI, S.L.**  
Recubrimientos metálicos



Más de 35 años en el sector

T. 935 809 119 :: [www.gamarti.com](http://www.gamarti.com)

  
**RECUBRIMIENTOS ELECTROLÍTICOS  
TRATAMIENTOS ACEROS INOX.**

MIRVAT S.COOP.  
AINGERU GUARDA PASEALEKUA, 41  
ESKORIATZA GIPUZKOA  
TLF: 943714506  
**WWW.MIRVAT.COM**

 **A. PIFARRÉ**  
recubrimientos industriales

Pretatamientos de superficies  
Cataforesis y acabados especiales  
**COLOR YOUR LIFE**

Tel. 937 784 984  
[jbosque@apifarre.es](mailto:jbosque@apifarre.es)  
**www.apifarre.es**

  
Tapones y Capuchones

Elementos plásticos  
flexibles y soluciones  
de protección  
temporal de piezas  
industriales y  
enmascaramiento.



914 574 400  
[www.polisol.es](http://www.polisol.es) · [polisol@polisol.es](mailto:polisol@polisol.es)

Para incluir  
**PUBLICIDAD**

en este directorio

contactar con:

**Àngels Giralt**

Tel. 93 745 79 69

[aias@aias.es](mailto:aias@aias.es)

 **HAZISA**  
recobriments metàl·lics

**ESPECIALISTAS  
EN ZINCADO  
A BASTIDOR**

Tel. 938 506 773  
[www.hazisa.com](http://www.hazisa.com)  
[hazisa@hazisa.com](mailto:hazisa@hazisa.com)

**AIAS**

ASOCIACIÓN  
DE INDUSTRIAS  
DE ACABADOS  
DE SUPERFICIES

# INTEGRATING AUTOMATION SYSTEMS



**27.000**  
VISITANTES  
PROFESIONALES



**+460**  
FIRMAS  
EXPOSITORAS



**320**  
SPEAKERS



**+150**  
HORAS DE  
INSPIRACION



AUTOMATIZACIÓN



ROBÓTICA



INTEGRACIÓN DE SISTEMAS



3D PRINTING



VISIÓN ARTIFICIAL



AR/VR



INTELIGENCIA ARTIFICIAL



CLOUD INDUSTRIAL



IOT



CIBERSEGURIDAD



ANALÍTICA DE DATOS



MANTENIMIENTO PREDICTIVO

GLOBAL PARTNERS:

