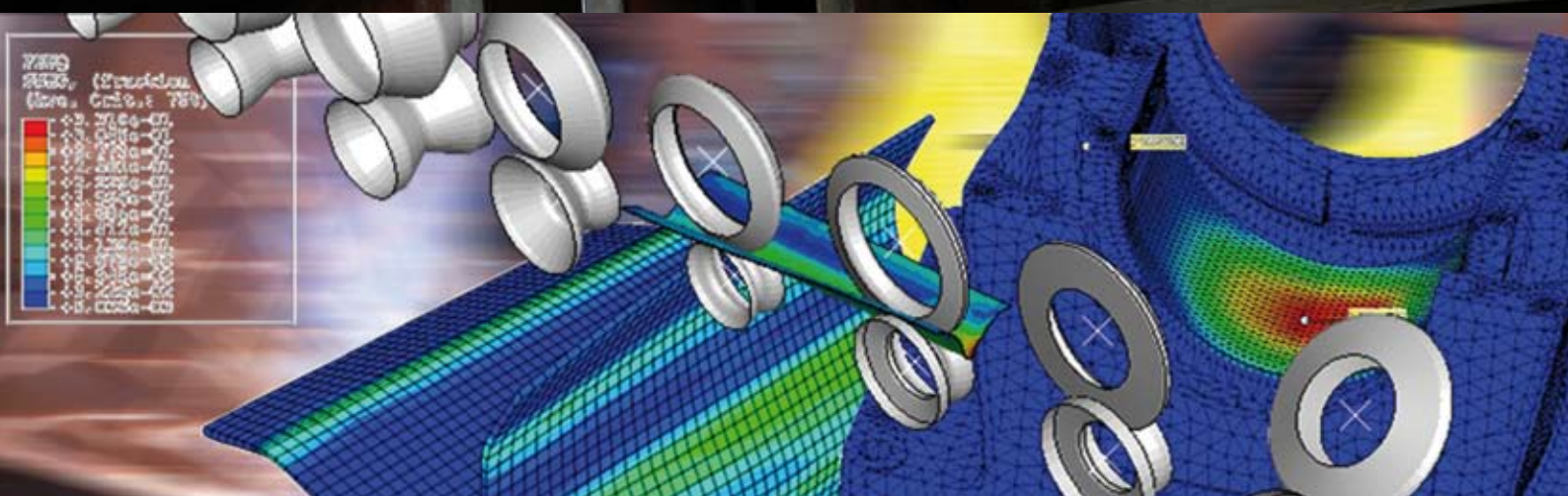


# aimen technology bulletin

*boletín tecnológico*

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE MATERIALES Y TECNOLOGÍAS DE UNIÓN - TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA - LABORATORIOS - FORMACIÓN - CONSULTORÍA - PROYECTOS INDUSTRIALES - PROYECTOS I+D+I



## Lugar del Asociado

Entrevista CEDERVAL

## Centro Tecnológico AIMEN

Diseño y Simulación

## Actualidad I+D+i

Minimización de residuos en la industria del aluminio

## Agenda AIMEN

Plataforma MPF2020

El Futuro de las tecnologías de unión a debate

Aimen participa en EMEC8

Presentación programa Innicia

# Índice

Editorial .....	3
Lugar del Asociado	
Entrevista D. Fernando Villaverde, Gerente de CEDERVAL .....	4
El Centro Tecnológico AIMEN	
Aimen, Diseño y Simulación .....	6
AIMEN, Actualidad I+D+i .....	10
Agenda AIMEN	
La Plataforma MPF, potenciación de la competitividad de sectores industriales estratégicos a través de la I+D en materiales .....	13
El futuro de las Tecnologías de Unión a debate .....	15
Aimen participa en EMECC8 .....	16
Presentación del Programa Inicia EMEC8.....	19

Depósito legal: VG.115-2007

- Difusión: 750 ejemplares

- Coordinación y Realización: Centro Tecnológico AIMEN

- Diseño Gráfico: Marcet Comunicación Gráfica, S.L.

- Fotografía: Archivo Aimen, Marcet, GTI.

- Impresión: C.A. Gráfica, S.A.

Nota: El Boletín Tecnológico de AIMEN no se identifica necesariamente con las opiniones de sus entrevistados

## Editorial

Estimado lector,

Con el nuevo año, nuevas iniciativas están en marcha. Nuevos proyectos se están gestando, y nuestro boletín tecnológico llega a sus manos por quinta vez para mostrarle las noticias de más interés en desarrollo e innovación, además de incluir las actividades y eventos más relevantes en los que AIMEN ha participado.

Este quinto número de nuestro boletín dedica el espacio Lugar del Asociado a la empresa CEDERVALL ESPAÑA, S.A., líder mundial en la fabricación y reparación de equipos de propulsión naval, un segmento de actividad de alta especialización, requerido por astilleros y armadores tanto de Europa como de otros países del mundo.

La presentación de la Plataforma de Materiales MPF2020; el avance en la determinación del futuro desarrollo de las tecnologías de unión; y el desarrollo de INNICIA, como programa de dinamización de la innovación en las pequeñas y medianas empresas gallegas, son algunas de las noticias que centran la sección Agenda AIMEN, un bloque que quiere acercar al lector a la realidad diaria del Centro.

Esperamos sinceramente que nuestro boletín sea de su interés.

Saludos Cordiales

Jesús Lago

Director Gerente







# Lugar del Asociado Cedervall

## Entrevista a D. Fernando Villaverde Pena

*Gerente de Cedervall*

*Debemos alentar desde la empresa la capacidad de innovación*

La compañía Cedervall es líder mundial en la fabricación y reparación de equipos de propulsión naval, un segmento de actividad de alta especialización, que es requerido por astilleros y armadores prácticamente de todo el mundo. Los orígenes del negocio se remontan a finales del siglo XIX y se localizan en un astillero de Gotemburgo (Suecia), donde un capataz llamado Frans Reinhold Cedervall –que dio nombre a la compañía- inventó un sello para evitar pérdidas de aceite en el tubo de popa de las embarcaciones, que era un problema recurrente para los armadores.

El resultado de este dispositivo fue un éxito total y obtuvo la primera patente como “sello Cedervall tubo de popa”. Consistía en un diseño muy simple, que ha sido objeto de sucesivas mejoras a lo largo del tiempo hasta llegar a la más reciente, en 2001, con el desarrollo del sello “SeaQual”, que representa una nueva era en la tecnología de cierre de bocina para la hélice del buque.

Sobre aquel descubrimiento se cimenta la sólida trayectoria de Cedervall, que actualmente dispone de centros de producción en Suecia, España, Rusia, Singapur y China. En España, concentra sus instalaciones en Galicia, en el eje Vigo-Porriño, con una estructura de personal que ronda los 150 trabajadores.

En esta andadura, Cedervall ha encontrado en AIMEN un buen compañero de viaje para explorar el desarrollo de nuevos productos y soluciones para la industria naval, con el objetivo de convertir el conocimiento en productos o servicios comercializables. De todo ello nos habla en esta entrevista su gerente, Fernando Villaverde Pena.

**P.- Señor Villaverde, les precede una historia preciosa, la de aquel capataz lleno de ingenio que inventó un primer dispositivo de sellado, que ha hecho de Cedervall un siglo**

**después una compañía presente en numerosos países. ¿Tiene precio ese talento personal, esa capacidad creativa y de innovación o eso no hay dinero que lo pague?**

No cabe duda que aunque la tecnología haya cambiado sustancialmente en el transcurrir de los tiempos no es posible llegar a cumplir tantos años en la industria sin personas con mucha dedicación, talento y dotes creativas. Aunque se puede considerar el talento como algo innato de algunas personas, debemos alentar desde la empresa la capacidad de innovación y el propio desarrollo de talento. Lógicamente la creatividad no tiene precio.

**P.- ¿Cree que las condiciones y el entorno favorecen suficientemente ese talento o echa de menos nuevas motivaciones?**

Las condiciones generales de la industria no solo favorecen la creatividad e innovación sino que te obligan a ello. La forma de industria tradicional en la que te centrabas en la fabricación de un catálogo de productos hace algunos años que desapareció y el sistema actual te obliga a innovar y desarrollar tanto a nivel producto como a nivel producción. Desde la dirección de la empresa privada no podemos tener una mayor motivación que la propia existencia de la empresa y ésta pasa por la continua evolución de los productos y procesos de fabricación.

**P.- ¿Cuáles son las líneas de negocio de Cedervall y a qué mercados dirige su producción?**

El 85% de nuestro volumen de negocio es para la industria naval. También tenemos importantes clientes en la industria energética. La estrategia actual es aumentar los campos de actuación en otros sectores industriales sin olvidar nuestra



auténtica vocación naval que nos reconoce el liderazgo mundial en determinados productos que exportamos a todos los países del mundo en donde hay Construcción naval. Actualmente tenemos importantes pedidos en los astilleros de Europa China, India, Singapur, Malasia, EEUU, etc.

**P.- Usted ha participado en foros y seminarios sobre la investigación aplicada a la empresa. A ese respecto ¿en qué nivel considera que está la investigación en el sector metalmeccánico en Galicia?**

Hoy en día Galicia dispone de una red de investigación de universidades y centros tecnológicos de un nivel muy elevado. Concretamente en el sector metalmeccánico se han desarrollado procesos tecnológicamente punteros en soldadura y en el estudio y sustitución de materiales.

**P.- ¿Hay transferencia real al sector o queda mucho por hacer?**

Siempre queda mucho por hacer pero creo que la actualidad que existe una transferencia real de la investigación hacia la industria, están desarrollando un papel fundamental en este campo tanto acercando la investigación a la industria como trasladando las inquietudes industriales a los investigadores

**P.- La alianza entre Cedervall y AIMEN es un claro exponente de que el futuro pasa necesariamente por esa recíproca colaboración entre investigadores y empresarios. ¿Cuáles han sido los avances más significativos que ha obtenido Cedervall como socio del Centro Tecnológico?**

Para Cedervall la alianza con AIMEN ha sido clave para el enfoque de los proyectos de investigación. El día a día de la empresa no facilita el desarrollo e investigación en nuevos procesos o productos, con AIMEN hemos encontrado una colaboración de gran ayuda a la hora de convertir en proyecto de investigación una idea.

**P.- ¿Hacia dónde cree que van a apuntar en el futuro próximo las demandas de I+D+i de la industria naval?**

Por lo que a la propulsión del barco se refiere, claramente apuntan a diseños que ahorren consumo de combustible, en esa

línea se están diseñando conjuntos de timón-tobera- hélice que ofrecen considerables reducciones de consumo, sobre todo en los grandes buques. También es un punto importante de investigación el incremento de la maniobrabilidad del buque.

Dentro del ámbito de la fabricación, la sustitución de los materiales tradicionales por materiales sintéticos o cerámicos aportará grandes mejoras en la fabricación de equipos.

**P.- Cuando una compañía como Cedervall apuesta por la I+D+i ¿qué objetivos persigue, sólo en términos de competitividad o les guía también un criterio de compromiso medioambiental?**

Cedervall España es una empresa con certificación medioambiental ISO 14001, esto significa un compromiso que se refleja tanto en nuestra fabricación como en el diseño de nuestros productos, teniendo en cuenta este compromiso nuestros objetivos se plantean en términos de mejora de nuestra competitividad.

**P.- Y por último, en su estrategia empresarial ¿cuáles son los próximos retos?**

Nuestra estrategia empresarial ahora mismo se centra en continuar desarrollando productos propios dentro de la propulsión del barco que nos permitan continuar con nuestro crecimiento empresarial constante y nos consoliden como uno de los importantes suministradores de equipos para la propulsión naval.



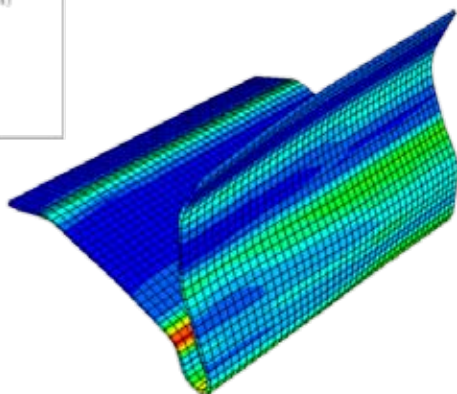
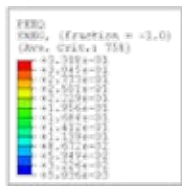


# Centro Tecnológico AIMEN

## Área de Diseño y Simulación

*Las nuevas tecnologías y el desarrollo e innovación se han convertido en los verdaderos valores competitivos del mercado.*

La evolución que se ha producido en el escaparate social, económico e industrial ha provocado un cambio en el uso y empleo de las técnicas y recursos a su alcance. Así, hemos caminado hacia una economía del conocimiento en la que los recursos humanos, las nuevas tecnologías y el desarrollo e innovación se han convertido en los verdaderos valores competitivos del mercado.



En respuesta a las necesidades generadas por este escenario socioeconómico, se ha ido desarrollando e implantando una compleja red de tecnologías CAD/CAM/CAE que potencian la velocidad y calidad de los procesos de diseño y producción industrial, y que han permitido la evolución de las tradicionales fases de diseño hacia un trabajo de equipos multidisciplinares coordinados en completas estrategias y métodos de ingeniería concurrente.

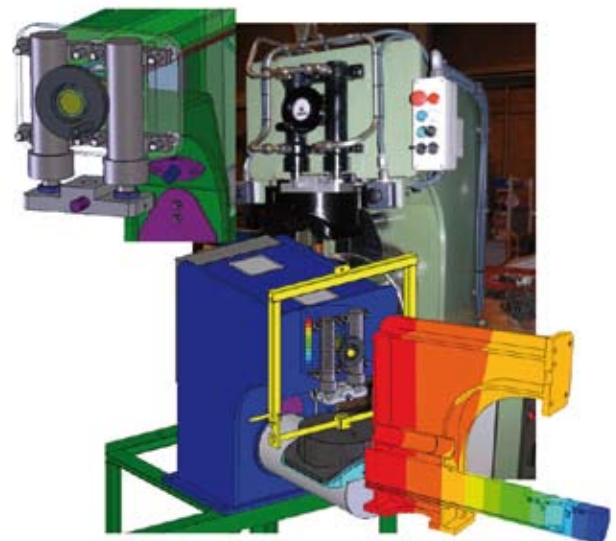
Sin embargo, la aplicación eficaz de estas nuevas tecnologías CAD/CAM/CAE requiere una continua dedicación de recursos: [I] a la revisión y actualización tecnológica; [II] a la captación y formación específica y continua de personal cualificado; y [III] a la modificación de los procesos y metodologías de trabajo.

En muchas ocasiones, la solución más factible para pequeñas

y medianas empresas, que no pueden contar con los avances técnicos de más alto nivel o con el personal más cualificado, acaba siendo la externalización de algunos de sus trabajos. Así, desde el Área de Diseño y Simulación de AIMEN ofrece a las Pymes una completa gama de servicios tecnológicos y proyectos de diseño llave en mano que les permita dedicar sus esfuerzos a lo que mejor conocen, su negocio.

### PROYECTOS DE I+D+i

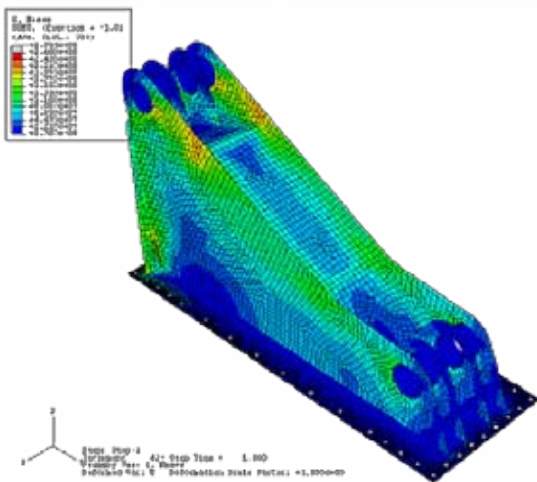
La diferenciación dentro de un sector se consigue con la combinación del conocimiento del equipo humano y el empleo de nuevas tecnologías; si además se plantea el desarrollo de tecnología propia se alcanzará un valor competitivo añadido. AIMEN como Centro Tecnológico colabora desarrollando iniciativas y Proyectos de I+D+i para llegar a soluciones específicas que consigan impulsar a las empresas a la cabeza del mercado gracias a la implementación o comercialización de tecnología específica propia.



## SERVICIOS TECNOLÓGICOS

El Centro Tecnológico AIMEN, desde el Área de Diseño y Simulación, ofrece al sector industrial una solución global de servicios para la colaboración con las empresas en cualquier fase de un proyecto de desarrollo.

**ANTEPROYECTO:** Elaboración de un diagnóstico general de situación, definición de estrategias, objetivos generales y específicos; establecimiento de resultados y productos esperados y recursos necesarios.



**DISEÑO MECÁNICO:** Desarrollo mecánico de producto en todas sus etapas;

[I] Diseño Conceptual: Definición de atributos, especificaciones técnicas y requisitos normativos.

[II] Diseño CAD 3D: Diseño de producto mediante software específico. Modelado paramétrico y variacional.

[III] Diseño de automatismos y sistemas de control: Selección y aplicación de dispositivos y tecnologías de control más adecuados a cada necesidad [sistemas neumáticos, hidráulicos, eléctricos, etc.].

**DISEÑO DE UTILAJES DE SOLDADURA:** Cabe destacar dentro del Diseño Mecánico el desarrollo de útiles específicos de posicionamiento de piezas para los procesos de soldeo.

**INGENIERÍA INVERSA:** Captación de geometrías existentes; posibles modificaciones, mejoras cálculos y adaptaciones de producto. Documentación correspondiente de producto acabado.



**CÁLCULO Y SIMULACIÓN:** Análisis mediante el método de elementos finitos de productos y procesos.

[I] Análisis de producto: Análisis estructural: cálculo estático y dinámico, lineal/no lineal. Materiales metálicos y no metálicos. Optimización y rediseño. Análisis de fatiga.

[II] Simulación de procesos de fabricación. Procesos de conformado en caliente: forja, laminación. Procesos de conformado en frío: perfilado, doblado. Procesos de soldadura y tratamientos térmicos.

**DOCUMENTACIÓN DE PRODUCTO ACABADO:** Presentación de Planos de Producto, estudio de Procesos de Fabricación, elaboración de manuales de montaje y manuales de usuario, marcado CE, tramitación de solicitud de patentes y documentación necesaria, presentación de producto con renderizado fotorrealista, animaciones, etc.

# Centro Tecnológico AIMEN

## Área de Diseño y Simulación

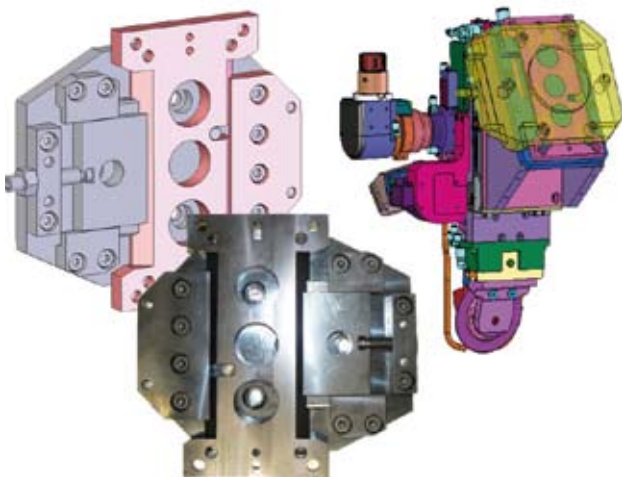
### RECURSOS HUMANOS

La plantilla del Área de Diseño presenta una estructura multidisciplinar de personal con diferente formación que permite abordar proyectos en un ámbito muy amplio:

Ingenieros Industriales e Ingenieros Industriales Técnicos Mecánicos, especialidad de Diseño, Simulación, Construcción de Maquinaria y Energía y Sostenibilidad. Estudios de postgrado en Métodos Matemáticos y Simulación Numérica en Ciencias Aplicadas.

Físicos, especialidad en Ingeniería Matemática. Master en Métodos Matemáticos y Simulación Numérica en Ciencias Aplicadas.

Técnicos Superiores FPPI en Producción por Mecanizado.



### RECURSOS MATERIALES. EQUIPAMIENTO

AIMEN cuenta con los recursos necesarios para llevar a cabo los proyectos y conseguir las mejores soluciones y resultados.

Software específico orientado a diseño de producto, programa CAD para modelado mecánico:

- SolidWorks [Standard mundial de software de diseño

mecánico y actualmente líder en el mercado del modelado. Modelador de sólidos paramétrico]

- AutoCAD [Programa de diseño asistido por ordenador para dibujo 2D y 3D]

- PRO-ENGINEER [Producto CAD/CAM/CAE, software de diseño paramétrico, crea también archivos para CAM]

- Autodesk Inventor Profesional [Paquete de modelado paramétrico de sólidos en 3D]

- CATIA [Solución líder en mercado en materia de diseño de producto. Programa desarrollado para proporcionar apoyo desde la concepción del diseño (CAD) hasta la producción (CAM) y el análisis (CAE) de productos]

Software específico orientado a simulación:

- ABAQUS [Programa de Cálculo por elementos finitos de propósito general; permite resolver problemas lineales y no lineales de mecánica del sólido, en los rangos estático y dinámico. Dispone de una amplia variedad de modelos de material para distintos tipos de material en distintas condiciones de carga]

- COSMOSWorks [Software de análisis de diseño completamente integrado con SolidWorks, permite la predicción de comportamiento físico de prácticamente cualquier pieza o ensamblaje bajo cualquier condición de carga]

- COSMOSMotion [Software de simulación y análisis del movimiento completamente integrado con SolidWorks]

- SYSWELD [Programa de simulación de procesos de soldadura (por puntos/continua; resistencia/arco/radiación) y tratamientos térmicos mediante elementos finitos]

### PROYECTOS DE I+D+i REALIZADOS:

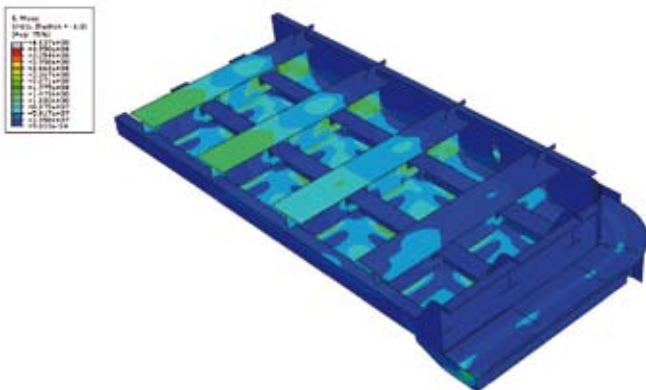
Proyecto de desarrollo de Puertas Estancas de grandes dimensiones (5630 mm x 3535 mm) para instalación en un buque. Puerta hermética dotada de un sistema de apertura con accionamiento hidráulico y equipada con anclajes de seguridad.

Diseño, desarrollo y fabricación de varios Modelos de Máquinas



Extrusionadoras de cuellos de conductos para extracción de gases de combustión. Simulación del Proceso de Extrusión de conductos de extracción.

Simulación de Procesos de Perfilado en Continuo de Fleje Metálico mediante Elementos Finitos. Caso de Aplicación a Acero de Alto Límite Elástico.



Desarrollo de un Pórtico Abatible de grandes dimensiones y alcance para instalación en la cubierta de un buque. El Pórtico incorpora cilindros especiales que actúan como bielas de reacción para soportarlo en situaciones de gran recorrido. Diseño de componentes estructurales y cálculo mediante elementos finitos para optimización y validación de dichos diseños.

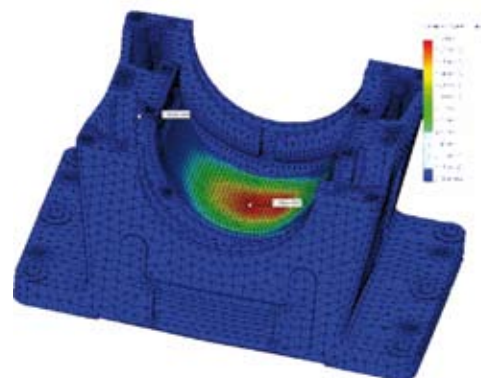


Desarrollo de un Sistema de Motorización para cubiertas móviles de piscina. Fabricación para aplicación a cubierta telescópica y

cubierta de techo móvil. Sistema totalmente innovador y adaptable a cualquier tipo de entorno. Desarrollo de sistemas mecánicos y eléctricos, automatización de funcionamiento, diseño de software y homologación final de producto.



Rediseño de Chumaceras que ofrecen mejores prestaciones para el sector de la construcción naval. Análisis estructural y estudio del comportamiento en servicio y equilibrado mediante elementos finitos para optimización del equipo. Parametrización de las nuevas familias de chumaceras. Mejora de sistemas de lubricación y refrigeración para conseguir un aumento de la vida útil del equipo. Incorporación de materiales alternativos de mayor resistencia que mejoren las características mecánicas del equipo.



# Centro Tecnológico AIMEN

## Área de Diseño y Simulación

Diseño y Desarrollo de un Sistema Automático de Amolado para la fabricación de componentes de molinos de minería y cemento de grandes dimensiones.

Diseño, Desarrollo y Fabricación de una nueva Gama de Remolques Agrícolas.

Estudio del proceso de curvado y abocinado de tubos de cobre sin costura de gran diámetro. Diseño y fabricación de una máquina prototipo para curvado de tubos de cobre.

Diseño y Desarrollo de un Sistema Automático de Repasado y Pulido Mecánico para hélices de buques.

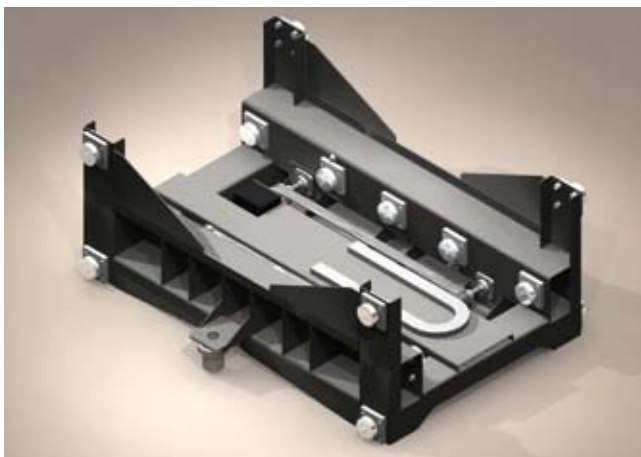
Desarrollo de un Equipo prototipo semiautomático de Soldeo por Extrusión de elementos estructurales de polietileno.

Diseño y Desarrollo de Equipos para la puesta a flote y recuperación de aparatos de investigación marina.

Diseño y Desarrollo de un Sistema Automático de pulido mecánico. Fabricación de una máquina prototipo.

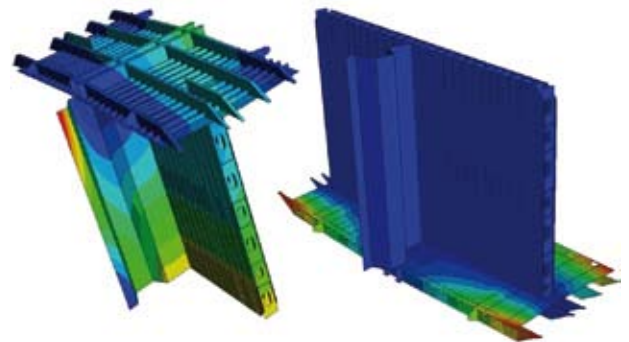
Optimización del Diseño de elementos estructurales de un buque aplicando técnicas de modelado 3d y simulación por técnicas de cálculo por elementos finitos.

Desarrollo y Validación de un Protocolo de cálculo por elementos finitos de elementos estructurales en buques quimiqueros y petroleros.



### EJEMPLOS DE TRABAJOS REALIZADOS EN EL ÁREA:

Diseño y Cálculo de una Línea Automatizada de Fabricación de Rodillos de Poliuretano mediante Inyección en Moldes.

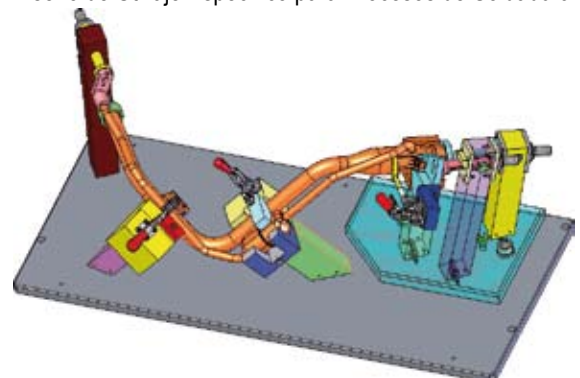


Diseño y desarrollo de técnicas de maniobra y traslado a grada de grandes bloques empleados en la fabricación de buques. Dimensionado de Elementos Auxiliares. Comprobación de la Integridad Estructural del Bloque durante la Maniobra.

Optimización Estructural de Seguidor Solar a dos Ejes mediante Simulación por Elementos Finitos.

Proyectos completos de Desarrollo de Máquina Específica según necesidades y requerimientos del cliente. Ejemplo: Desarrollo de Máquina Volteadora de Carretes de Tubo.

Diseño de Utillaje Específico para Procesos de Soldadura.



# AIMEN

Actualidad I+D+i

Minimización de residuos en la industria del aluminio

## Minimización de residuos

El Centro Tecnológico AIMEN ha desarrollado en los últimos años una creciente actividad investigadora en el ámbito medioambiental, enfocada hacia dos líneas principales:

- Tratamientos novedosos de depuración y minimización de la carga contaminante de aguas residuales con alto contenido metálico; y
- Valorización y aprovechamiento de residuos de diversas procedencias.

La aparición de legislación cada vez más restrictiva, y la mayor concienciación por parte de las empresas con la conservación de su entorno, ha generado una necesidad de afrontar estos nuevos retos mediante el uso de tecnologías innovadoras. Como respuesta a las demandas empresariales en este campo, el Centro Tecnológico AIMEN ha planteado el desarrollo de proyectos de I+D que aporten conocimiento y soluciones adecuadas a los requerimientos ambientales de distintos sectores empresariales de relevancia para la economía gallega.

Un ejemplo de esto, ha sido el planteamiento de un proyecto que se encuentra actualmente en curso y que intenta dar solución a una necesidad concreta de la industria de extrusión de aluminio.

Los productos extruidos de aluminio representan más del 50% del mercado europeo de productos de transformación de este metal, según datos de la Asociación Nacional de Extruidores de Perfiles de Aluminio (ANEXPA). Este sector es de gran importancia en la economía gallega ya que la capacidad de producción de las empresas extrusoras gallegas representa un 11,6% del total a nivel nacional<sup>1</sup> y su capacidad de producción alcanza el 21,8 % en el territorio español, tal y como indica un informe de The world directory of aluminium extruders<sup>2</sup>.

El aluminio extruido cuenta con múltiples aplicaciones como en los sistemas de perfiles de ventanas y puertas en edificios residenciales y comerciales, en estructuras de viviendas y edificios prefabricados, en materiales para tejados y revestimientos exteriores, muros cortina, fachadas de locales comerciales, etc., siendo los sectores de la edificación y construcción los mayores

consumidores. Además, también se emplea en el transporte de cargas, en fuselajes de aviones, vehículos de carretera y ferrocarriles.

El proceso de extrusión consiste en hacer pasar a través de una matriz con la forma adecuada un lingote cilíndrico de aluminio (conocido también como tocho) para obtener un perfil de una configuración determinada. Durante este proceso productivo, se depositan restos de este metal en los huecos y superficie de la matriz de extrusión, ocasionando problemas en las operaciones de desensamblaje y puesta a punto para la reutilización. Es necesario eliminar estos fragmentos para poder trabajar de nuevo con las matrices de forma correcta.



Como método generalizado de limpieza, se emplea la inmersión de las matrices en baños de hidróxido sódico (sosa cáustica) en altas concentraciones y a la temperatura de ebullición o cercana a la misma. Los efluentes resultantes de este lavado son portadores de una alta carga contaminante, debido a su elevado pH alcalino y al contenido en distintas especies de aluminio, tanto en disolución como en suspensión. El Departament de Residus de la Generalitat de Catalunya en un estudio<sup>3</sup> de buenas prácticas para la minimización de residuos y emisiones estima que la media de producción de residuos para este proceso de limpieza



## AIMEN Actualidad I+D+i

se encuentra en 35 kg/t perfil extruido. Este método de limpieza ocasiona elevados costes de energía, al ser necesario calentar los baños de agua, puesto que se trabaja en medio acuoso; y de reactivos, como la sosa cáustica, además de los asociados a la gestión de los residuos.

Teniendo en cuenta esta problemática concreta del sector, el grupo de I+D ambiental del área de Consultoría de AIMEN está desarrollando el proyecto denominado Reducción y aprovechamiento de los residuos generados por los baños alcalinos de limpieza de las matrices de extrusión de aluminio, financiado en el marco del Plan Galego de Investigación, Desenvolvemento e Innovación Tecnolóxica 2002-2005 dentro de su Programa de Tecnologías Ambientales. El objetivo principal de este proyecto consiste en la reutilización de las disoluciones alcalinas agotadas empleadas en la limpieza, con la consecuente minimización de la cantidad de residuos a gestionar (efluentes y lodos).

Los resultados de este proyecto intentarán no sólo rebajar los costes en recursos naturales como agua o energía, sino también en materias auxiliares como la sosa cáustica. Desde el punto de vista ambiental, el objetivo general del proyecto se adapta perfectamente a la política global para la gestión de residuos que establece la Unión Europea, cuyos principios básicos de actuación se basan en:

- Reducir tanto la cantidad como la peligrosidad de los residuos generados.
- Maximizar la valorización de los residuos
- Maximizar el reciclaje.

Para alcanzar este objetivo final, se han propuesto tres líneas generales de trabajo:

- Optimización del uso de los baños de sosa, teniendo en cuenta distintos parámetros, para su mejor aprovechamiento en el proceso de lavado.
- Tratamiento de los residuos generados. Su aprovechamiento permitiría la reducción de costes del proceso de limpieza (el baño, una vez tratado, se recircula al proceso de limpieza) y de gestión de los residuos (minimizando su carácter peligroso).

- Estudio de las posibles aplicaciones del aluminio recuperado de los baños.

En la primera línea de trabajo se optimizará mediante un diseño de experimentos, el proceso de lavado de las matrices, definiendo los valores idóneos de los parámetros fisicoquímicos del proceso (concentración inicial de sosa, tiempo de tratamiento y temperatura). Se trata de mejorar la eficiencia del proceso de limpieza.

La metodología empleada en la primera línea de trabajo se basa en el diseño de experimentos. Con el fin de mejorar la eficiencia del proceso de limpieza se estudian los valores idóneos de los parámetros físico-químicos de mayor influencia en el proceso de lavado, como son la concentración inicial de sosa cáustica, el tiempo de tratamiento y la temperatura de los baños.





El segundo punto pretende ir más allá en la reducción de la generación de residuos mediante la recuperación y acondicionamiento de la disolución de hidróxido sódico procedente del baño de lavado mediante diversos métodos de precipitación del aluminio disuelto.

En la segunda línea, se procederá a la investigación de diversos métodos de precipitación del aluminio con el objetivo de recuperar, en forma de sales, compuestos de este metal aprovechables para otros usos. De este modo, también se conseguiría acondicionar el baño de sosa para su reutilización en el proceso de limpieza de las matrices.



Finalmente, el trabajo se orienta hacia la búsqueda de posibles aplicaciones de las sales de aluminio recuperadas y la validación de estos usos mediante los ensayos pertinentes. Una de las utilidades de estos compuestos puede estar orientada a su empleo como agentes coagulantes en el tratamiento de aguas residuales en depuradoras.

Una vez concluidas estas actividades de investigación, se analizarán y discutirán los resultados obtenidos y se procederá a elaborar un dispositivo, a escala de laboratorio, que permita contrastar de forma sencilla la efectividad del proceso desarrollado para la recuperación de los baños.

Hasta el momento el equipo investigador de AIMEN se ha centrado en las tareas asociadas a la primera línea de investigación. Se ha planteado un diseño de experimentos que permite determinar los parámetros que afectan en mayor grado al proceso de limpieza de las matrices, para mejorar la vida útil de los baños y reducir así el volumen y la frecuencia de cambio de los mismos. Han sido objeto de estudio tanto la temperatura, como la concentración inicial de sosa cáustica, pasando por el tiempo de lavado y la agitación.

Las conclusiones preliminares de este estudio se muestran en un póster presentado en el 8th Meeting on Environmental Chemistry (EMEC8), celebrado en Inverness (Escocia) del 5 al 8 de diciembre pasados y organizado por la European Association of Chemistry and the Environment (ACE) y el Environmental Research Institute (ERI), perteneciente al UHI Millennium Institute.

## NOTAS

- 1 - SABI: Sistema de análisis de balances ibéricos;  
<http://sabi.bvdep.com/> (Consulta en línea: 08/10/07)
- 2 - *The World Directory of Aluminium Extruders*; Aluminium Times; 2006 (1); 5; Ed. Modern Media Communicatios Ltd. (UK)
- 3 - Fitxa 7, Producció + neta, Bones pràctiques: Minimització de residus en un procés d'extrusió d'alumini:  
<http://www.arc-cat.net/es/agencia/publicacions/minimitzacio/fitxespn.html>  
(Consulta en línea 17/12/07)



## Agenda AIMEN

La Plataforma MPF 2020 potenciará la competitividad de sectores industriales estratégicos a través de la I+D en materiales

### El director general de I+D+i y el presidente de la Plataforma presentaron la Agenda Estratégica de Investigación del sector.

Una nueva Plataforma Tecnológica de Materiales y Procesos de Fabricación (MPF 2020) guiará y potenciará la investigación sobre materiales que se realiza en Galicia, con el objetivo de mejorar la competitividad de sectores industriales estratégicos para el país, como la automoción, la construcción naval o el textil. El director general de I+D+i, Salustiano Mato de la Iglesia; el presidente de la Plataforma, Pedro Merino Gómez; y el director gerente del Centro Tecnológico AIMEN, Jesús Lago Gestido, presentaron MPF2020 y su Agenda Estratégica de Investigación el pasado 28 de enero.



Plataforma Tecnológica Galega  
de Materiais e Procesos de Fabricación

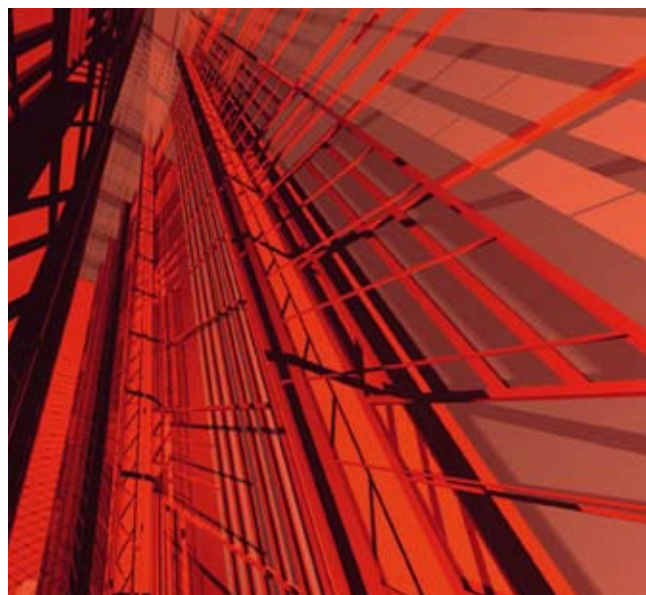
Según explicó Salustiano Mato, la Plataforma MPF 2020 es una de las nueve primeras plataformas potenciadas desde la Consellería de Innovación e Industria. Está liderada por el Centro Tecnológico AIMEN y agrupa a 18 socios del contorno industrial (como Dayco-Ensa, Factorías Vulcano, Cedervall España, Dinak y Ferroatlántica); 5 del contorno tecnológico (Centro Tecnológico AIMEN; Instituto de Cerámica de Galicia; CIS Galicia; Laboratorio de Aplicaciones Industriales del Láser; y Laboratorio Oficial de Metroloxía de Galicia); 4 del contorno universitario: Grupo ENCOMAT (UVI); Grupo de Investigación de Polímeros (UDC); Grupo de Investigación de Ciencia e Ingeniería de los Materiales (UDC); Grupo Integrado de Ingeniería (UDC); y la Administración gallega a través de la Consellería de Innovación e Industria.

De este modo, la Plataforma queda integrada por el estamento

científico e industrial del sector y la propia Administración, con capacidad para consensuar estrategias en Galicia en el campo de la Ingeniería Avanzada de Materiales y con el objetivo de identificar, definir tendencias y explorar noticias y emergentes oportunidades de investigación en este ámbito que tengan un impacto real en el tejido industrial gallego.

### La Plataforma Tecnológica de Materiales y Procesos de Fabricación MPF 2020 está integrada por el estamento científico e industrial del sector y la Administración gallega.

En la actualidad, la industria gallega relacionada con el sector de los materiales cuenta con 44.825 empresas, lo que supone el 22,05% de las empresas existentes en Galicia, según datos de 2006 del IGE. De éstas, un 99% son Pymes, las cuales generan el casi 1,3 del PIB autonómico y emplean el 29,75% de la población activa (datos de 2007). Asimismo, datos de la Unión Europea estiman que el 75% del PIB y el 70% del empleo dependen de manera indirecta de este tipo de industria.





Sectores como la automoción, la construcción naval, el textil o el metalmecánico hacen un uso intensivo de los materiales, por lo que un avance de sus características y de sus procesos de fabricación repercute directamente en sus prestaciones y se traduce en mayor seguridad, fiabilidad, salud y sostenibilidad ambiental. Tal y como señalan los responsables de la Plataforma, la industria gallega demanda materiales de máximo rendimiento, más ligeros, resistentes a la corrosión y a las altas temperaturas, materiales de alto valor añadido y gran contenido en conocimiento, con mejores prestaciones y nuevas funcionalidades, así como nuevos productos y procesos con un amplio rango de aplicaciones, desarrollo de superficies y materiales multifuncionales con propiedades y prestaciones predecibles.

Para satisfacer estas demandas, la primera acción de la Plataforma MPF2020 fue la definición de la Agenda Estratégica de Investigación del sector. El documento constituye una hoja de ruta que define el marco en el que deben establecerse las líneas de investigación sobre ingeniería avanzada de materiales en Galicia en el horizonte de los próximos 15-20 años.

### Impacto de la investigación

La Agenda señala las siguientes áreas prioritarias de investigación. En materiales (cerámicos, metálicos, polímeros, textiles, materiales de construcción, vidrios y composites) apuesta por la I+D para la mejora de las propiedades y prestaciones de los materiales; la investigación de diseño de jóvenes materiales; la degradación de materiales, envejecimiento, desgaste, corrosión, etc.; el desarrollo e implantación de jóvenes ensayos de caracterización; el análisis del ciclo de vida; el reciclaje y reutilización; y las herramientas avanzadas de diseño, cálculo, modelado y simulación en materiales.

En lo que respecta a los Procesos y Tecnologías de Fabricación, la Agenda destaca la investigación en nuevos procesos de fabricación de materiales, componentes y dispositivos; la flexibilización de los procesos de fabricación; el seguimiento y control de proceso/producto in situ y on-line; la nanofabricación y microfabricación; los sistemas avanzados de fabricación; los impactos de los procesos sobre el material; el avance de la eficiencia energética y

reducción de costes energéticos; los procesos para el reciclaje de los materiales; y las herramientas avanzadas de diseño, cálculo, modelado y simulación.

Sobre el impacto de esta apuesta por la investigación en materiales, la Agenda señala que los materiales y sus procesos de transformación juegan un papel relevante en la competitividad industrial con beneficios visibles a lo largo de toda la cadena de valor: fabricantes, usuarios y consumidor final. Así, la industria del transporte (automoción, construcción naval y aeronáutica) podrá fabricar productos más ligeros, con menor consumo y elevada resistencia. Los expertos estiman que las nuevas líneas de investigación sobre los materiales pueden reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en el transporte en un 15%.

En cuanto al desgaste, que supone un coste elevado para las industrias en averías y mantenimiento o consumos energéticos elevados y afecta a la calidad de los productos fabricados, disponer de conocimiento sobre el comportamiento tribológico de los materiales permitirá controlar este fenómeno reduciendo su impacto en la industria. Se estima que el 30% de la energía industrial se disipa debido a fenómenos de fricción y que el coste directamente asociado a la fricción y al desgaste en un país industrializado supone el 7% de su PIB. Con el uso de soluciones tribológicas (de roce) optimizadas, este porcentaje puede reducirse en un 1%.

También la corrosión afecta de manera importante a la industria, causando daños a estructuras, automóviles, buques y aeronaves. Es además un factor clave en industrias como la de producción de energía o la química, que tienen procesos de fabricación con condiciones extremas. El coste de esta corrosión alcanza el 3% del PIB y se estima que sería posible reducirlo en un 70% incorporando nuevos recubrimientos, materiales más resistentes, inhibidores de corrosión o protecciones anticorrosivas.

# Agenda AIMEN

## El futuro de las Tecnologías de Unión a debate

### AIMEN reúne en Madrid a un comité de expertos en Soldadura y Tecnologías de Unión

El Centro Tecnológico AIMEN reunió el pasado 30 de enero en Madrid a los principales expertos nacionales en Soldadura y Tecnologías de Unión.

La reunión se celebró dentro del marco de trabajo de un Proyecto Consorciado de Prospectiva Tecnológica, que AIMEN lidera, y cuyo principal objetivo es determinar cuál será el futuro desarrollo de las tecnologías de unión en un plazo de 10-12 años en cuatro de los principales sectores industriales: automoción, construcción naval, metal-mecánico y aeronáutico.

Liderada y coordinada por Gozton Azkarate del OPTI, la reunión se desarrolló durante más de cuatro intensas horas de trabajo y debate. El comité técnico lo formaron dos expertos de la planta de Tecnologías de Unión del Centro Tecnológico AIMEN y un especialista de cada uno de los siguientes organismos de investigación: AIMME -Instituto Tecnológico Metalmecánico-; AIDO -Instituto Tecnológico de Óptica, Color e Imagen-; AIMPLAS -Instituto Tecnológico del Plástico-; CTM -Centro Tecnológico de Manresa-; ITMA -Instituto Tecnológico de Materiales-; ROBOTIKER-Tecnalia, la Universidad Politécnica de Madrid, y CENIM, Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas. Hay que destacar, además, la participación de dos expertos externos al grupo de trabajo del proyecto: Manuel Reina Gómez, autor de una de las principales obras de referencia en el mundo de la soldadura, *Soldadura de los Aceros. Aplicaciones*, y que ahora desarrolla su actividad en la UPM; y Luisa Quintitos, del IST portugués.

Trás identificar más de 70 tecnologías críticas en el desarrollo futuro de la soldadura y las tecnologías de unión, éstas fueron clasificadas entre *tecnologías push*, tecnologías cuyo desarrollo conlleva en sí un avance de las técnicas de unión como pueden ser las mejoras en la robótica o en la monitorización de procesos, y *tecnologías pull*, aquellas cuya evolución demandará un desarrollo de las tecnologías de unión, como pueden ser las tecnologías relacionadas con nuevos materiales o nuevos diseños.

Por otro lado, se definieron más de 30 desafíos a resolver

en los próximos años encuadrados en alguno de los siguientes campos: entorno, sistema productivo, proceso, materiales, diseño y calidad.

Las conclusiones desprendidas de esta primera sesión serán planteadas a los usuarios expertos de estas tecnologías a través de cuatro paneles sectoriales que tendrán lugar en el primer semestre del 2008. Dichos paneles estarán compuestos cada uno de ellos por doce representantes de las principales empresas del sector de automoción, construcción naval, aeronáutico y metal mecánico que operan en nuestro país, responsables últimos de la implantación de estas tecnologías en sus procesos productivos.

Los resultados del proyecto servirán de soporte para la definición de nuevas líneas de investigación y serán divulgados entre la comunidad científico-técnica-empresarial de ámbito nacional y regional. La primera jornada de presentación de resultados se celebrará en Vigo, a la que posteriormente se le sumarán jornadas de difusión por toda la geografía nacional.





## Agenda AIMEN

### Aimen participa en EMEC8

#### Investigadores de AIMEN presentan los resultados de un proyecto de I+D+i sobre minimización de residuos

Investigadores del grupo de I+D de Medioambiente del Centro Tecnológico AIMEN, participaron con una comunicación en formato póster en el 8th Meeting on Environmental Chemistry (EMEC8) celebrado en Inverness (Escocia) del 5 al 8 de diciembre de 2007. La octava edición de este evento tenía como objetivo fomentar el desarrollo de iniciativas innovadoras de investigación a partir de un enfoque multidisciplinar de la química del medio ambiente.

El proyecto desarrollado por AIMEN, titulado *Reducción y aprovechamiento de los residuos generados por los baños alcalinos de limpieza de las matrices de extrusión de aluminio*, busca principalmente conseguir la reutilización de las disoluciones alcalinas agotadas empleadas en la limpieza con la consecuente minimización de la cantidad de residuos generados por éstas. Este grupo de investigadores planteó un diseño de experimentos que permite determinar los parámetros que afectan en mayor grado al proceso para mejorar la vida útil de los baños y reducir el volumen y la frecuencia de cambio de los mismos. Las conclusiones preliminares de este estudio se han recopilado en el póster presentado al EMEC8.

La comunicación *Experimental design for determination of optimal conditions in alkaline baths for aluminium extrusion dies*, se presentó durante el transcurso de la sesión de pósters dedicada al tratamiento y gestión de residuos y recoge una parte de los resultados del proyecto.

La industria de extrusión de aluminio cuenta con una gran relevancia en Galicia. Las matrices empleadas para este proceso deben someterse a una limpieza de baños alcalinos a alta temperatura para eliminar los fragmentos de este metal que hayan podido quedar adheridos en sus paredes. Este procedimiento genera un gran volumen de baños alcalinos agotados y lodos residuales que hay que gestionar, lo cual supone un coste muy elevado para las empresas.

Este evento ha sido organizado por la European Association of Chemistry and the Environment (ACE) y el Environmental Research Institute (ERI) perteneciente al UHI Millenium Institute. Han contado

con la participación de más de 200 delegados de instituciones y universidades dedicadas a la investigación ambiental europeas e internacionales que han presentado comunicaciones en diversos ámbitos de la química ambiental como son los contaminantes emergentes, la química atmosférica, acuática y marina y del suelo, tratamiento de aguas residuales y gestión de residuos, métodos analíticos para las ciencias ambientales, biogeoquímica, tecnologías limpias y química verde.

Las conferencias plenarias contaron con destacados investigadores europeos, como los profesores Alistair Boxall de la Universidad de York (UK), especialista en el campo de contaminantes emergentes, Paul Worsfold de la Universidad de Plymouth (UK) con amplia experiencia en la determinación analítica de sustancias contaminantes en agua de mar; y la Dra. Valeria Dulio, del Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques de Francia, coordinadora del proyecto europeo NORMAN para la creación de una red de centros de referencia para la monitorización de las sustancias contaminantes de carácter emergente.

Las ediciones previas de este encuentro de carácter internacional se han realizado en diversos países europeos como son la República Checa, Serbia y Montenegro, Italia, Suiza y Francia. La organización de la novena edición de este evento (EMEC9) correrá a cargo de la Universidad de Girona y tendrá lugar en esta ciudad en diciembre del 2009.






## El Centro continúa con su oferta de Transferencia Tecnológica

Además, AIMEN contribuye a la difusión de los resultados alcanzados en sus proyectos de I+D participando en congresos internacionales u organizando actos de transferencia tecnológica, como el reciente II Ciclo de Conferencias sobre gestión sostenible del agua y del suelo. Este ciclo de conferencias, que alcanzó su segunda edición el pasado mes de diciembre, pretende convertirse en un foro de información, encuentro y debate para los diversos agentes socioeconómicos involucrados en la gestión del agua y del suelo.

Durante esta jornada se presentaron nuevas tecnologías y tratamientos de aguas residuales de carácter innovador por parte de empresas especializadas en este campo como SIDASA y de resultados de proyectos ambientales realizados por AIMEN (Estudio de mejora del sistema de lavado de matrices de extrusión de aluminio) y en colaboración con investigadores de la Universidad de La Coruña (Grupo de Físico-Químico de aguas naturales) con la ponencia Eliminación de cromo y aluminio de aguas residuales por métodos de bioadsorción. También se abordaron las experiencias en gestión sostenible del agua en el ámbito empresarial (ALCOA), de la administración local (Ayuntamiento de Lugo) y de los proyectos de cooperación internacional (Enxeñaría sen Fronteiras). Dentro de la línea temática enfocada a las nuevas tecnologías de tratamiento y regeneración de suelos contaminados se contó con la presencia de empresas como ECOCELTA, dedicada a la gestión de residuos orgánicos para su uso posterior en suelos y de investigadores de la Universidad de Vigo (Grupo de Bioprocesos) especializados en tratamientos punteros de



### EXPERIMENTAL DESIGN FOR DETERMINATION OF OPTIMAL CONDITIONS IN ALKALINE BATHS FOR ALUMINIUM EXTRUSION DIES

Herrero-Castilla, L.; Rey-Moure, R.; Villar-Sola, P.; Campos-Valverde, I.; Rodríguez-Somoza, M.J.  
AIMEN Technology Centre; Relva 27 A (Torreiros)  
36410 - O Porriño - Pontevedra - Spain  
E-mail addresses: [herrero@aimen.es](mailto:herrero@aimen.es), [mrodriguez@aimen.es](mailto:mrodriguez@aimen.es)

#### 1. INTRODUCTION

- The aluminium extrusion industry has a significant presence and great economic importance in the Galician region (in northwest Spain).
- The aluminium extrusion process often leaves extrusion dies filled with aluminium, making disassembly and preparation for re-use difficult.
- To remove the aluminium, the industry has relied for years on a cleaning method where the dies are loaded into tanks filled with a hot solution of NaOH followed by water to soak.
- This dies cleaning process generates large volumes of alkaline spent baths and large amounts of aluminium hydroxide sludges.

#### 2. OBJECTIVES

To determine which parameters affect the aluminium extrusion dies cleaning process and how they affect it, in order to enhance the alkaline bath life and reduce the volume and frequency of spent baths treatment.

#### 3. METHODS

A full factorial designed experiment has been set for studying four factors a 2-levels, 2<sup>4</sup> (Table 1).

FACTOR	1 <sup>st</sup> LEVEL	2 <sup>nd</sup> LEVEL
NaOH (%)	9.5	15.3
Stirring rate (rpm)	200	400
Time of permanence (min)	60	120
Temperature (°C)	40	60

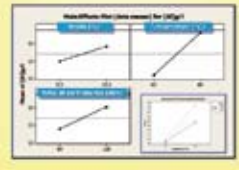
Bench scale experiments were performed in order to assess the main effects or interactions within the factors that might affect (Figure 1). Stainless steel AISI 304 vessels were used for simulation of alkaline baths. NaOH reagent grade 97% was used. Alkaline bath volume (200 mL) was constant in all experiments. Temperature and stirring rate were controlled by means of a digital stirrer hotplate. A PTFE coated probe immersed in the bath can very accurately control its temperature to within ±0.5 °C. Time of permanence is controlled by a chronometer.

A small piece of aluminium alloy 5000 (Figure 1a) is introduced in the bath to simulate the residues of this metal in extrusion dies. The response of interest was dissolved aluminium concentration (g/L) in the alkaline bath. Each experimental condition has been replicated (involving 32 runs). Data analysis has been performed using the statistical package MENTAB.

#### 4. RESULTS

Full factorial model allows the evaluation of the effects of each factor and also the interaction effects within factors. Table 2 and Figure 2 summarise the preliminary results of statistical analysis for factors considered in this design and significant interactions between them:

TERM	EFFECT	SD	95 CONF.	T	P-VALUE
Constant		17.076	0.6760	25.26	0.000
NaOH (%)	4.118	2.059	0.6760	3.05	0.005
Temperature (°C)	13.583	6.541	0.6760	6.34	0.000
Time of permanence (min)	6.340	3.172	0.6760	4.62	0.000
Stirring rate (rpm)	-5.3752	-1.4823	0.6760	-6.32	0.000
NaOH (%) * Temperature (°C)	3.320	1.665	0.6760	2.46	0.020



#### 5. CONCLUSIONS

It was found that temperature and time of permanence are the most influent factors in aluminium dissolution, followed in importance by NaOH concentration. A significant 2-way interaction between NaOH concentration and temperature has also been found. Stirring rate can be considered as negligible. New experiments are being carried on in order to optimise the maximum value of the response of interest (aluminium dissolution) and get the contour plots. Control of these parameters during dies cleaning according to the experimental design will offer a wide range of advantages for Galician aluminium extrusion companies: chemical and energetic savings, increase useful chemical life of cleaning baths and reduction of hazardous waste removal costs.

#### 6. ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by project PGIDIT05TAM00401CT from Dirección Xeral de Investigación, Desenvolvemento e Innovación de Xunta de Galicia (Spain).

# Agenda AIMEN

## Presentación del programa INNICIA

La Fundación Innovapyme Galicia ha puesto en marcha el Programa Innicia. Esta iniciativa surge como un programa de dinamización y sistematización de la innovación en las Pyme's gallegas, con el objetivo de emprender acciones concretas en el entorno de la pequeña y mediana empresa autonómica, de forma que éstas inicien sus actividades y proyectos de innovación.

Las empresas que decidan participar en el marco de este programa podrán:

- Realizar actividades de innovación apoyado por expertos
- Saber la necesidad y capacidad de innovación de su empresa
- Focalizar los esfuerzos innovadores en las áreas más estratégicas y de mayor impacto
- Definir una cartera de proyectos de innovación de un elevado retorno
- Definir y ejecutar un proyecto de innovación real
- Consolidar la actividad innovadora en la empresa, integrándola en la agenda estratégica de la empresa
- Obtener el mayor partido posible de las diferentes líneas de apoyo financiero existentes
- Debido al efecto imagen, resultado de la exposición de su empresa en los medios de comunicación a lo largo del programa.

Con la ayuda de Innicia, los gestores de cada empresa dispondrán de la formación adecuada para abordar cualquier tipo de acción centrada en la I+D+i. Así, ofreciendo las bases en un primer proyecto, las organizaciones poseerán todas las claves para emprender nuevos proyectos innovadores en el futuro por sí solas.

La Consellería de Innovación e Industria promueve y financia el programa y la OPIDI apoya con sus recursos a aquellas empresas que acudan a Proyectos europeos en la búsqueda de los socios y consorcios más adecuados en cada caso.

La Fundación Innovapyme Galicia lidera y realiza la coordinación general del programa, propone el programa a las empresas, y realiza la selección definitiva de las participantes, valida la metodología a utilizar, verifica el avance y el cumplimiento de los hitos del programa, y, finalmente, coordina la comunicación pertinente en el curso del programa y difunde los resultados alcanzados en el conjunto del tejido empresarial de Galicia.

Los centros tecnológicos AIMEN, ANFACO-CECOPESCA y CTAG proponen empresas, acercan información relativa a los factores críticos y las prioridades estratégicas de los sectores, imparten formación y validan aspectos de los proyectos.

La sociedad Inovaconsult imparte formación, tutoriza los gestores, y ejecuta junto de las empresas participantes las actividades previstas restantes en las diferentes fases del programa.

Esta herramienta de gestión se aplicará, en su primera edición, a las Pymes gallegas en diversos sectores: Automoción, Bienes de Equipo, Logística, Transformación pesquera, Roca Ornamental y Reciclaje.



**aimen**  
CENTRO TECNOLÓGICO

**Central y laboratorios**  
Relva, 27 A - Torneiros  
E36410 PORRIÑO - Pontevedra - Spain  
Telf. 00 34 986 34 40 00  
Fax. 00 34 986 33 73 02

**Delegación Ourense**  
Parque Tecnológico de Galicia  
San Cibrao das Viñas - E36290 OURENSE  
Tel. +34 988 548 240  
Fax. +34 988 548 243

**Delegación Santiago de Compostela**  
Campus Universitario Sur-Edificio Feuga - D-3  
Rúa Lope Gómez de Marzoa  
15705 - Santiago de Compostela - A Coruña  
Telf./Fax +34 981 525 503

e-mail: [aimen@aimen.es](mailto:aimen@aimen.es)

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