



MATERIALES AVANZADOS PARA EL SECTOR FERROVIARIO

ADVANCED MATERIALS FOR THE RAILWAY SECTOR

ADVANCED MATERIALS AND NANOMATERIALS
SPANISH TECHNOLOGICAL PLATFORM

materplat³

PTFE

Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española



Secretaría Técnica:

FUNDACIÓN DE LOS
FERROCARRILES
ESPAÑOLES

Financiado por / sponsored by



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



PTR-2018-001116 / PTR-2018-001101

ÍNDICE

Tecnología Omnifóbica (repelencia a toda clase de líquidos independientemente de la tensión superficial)_____	6
Tratamiento superficial para mejora de durabilidad de componentes del contacto rueda-carril _____	8
Lubricantes para aplicación ferroviaria optimizados mediante aditivación de nanomateriales funcionales _____	9
Recubrimiento con LMD (laser metal deposition) de materiales resistentes al desgaste y/o corrosión para utilajes y/o componentes del sector ferroviario _____	10
Recubrimientos electro-ópticos para ventanas _____	11
Pinturas funcionales para superficies limpias _____	12
Superficies radiantes y superficies inteligentes mediante la aplicación de recubrimientos basados en nanopartículas carbonosas _____	13
Pre-tratamiento de conversión sobre la superficie del metal para la mejora de las capacidades anticorrosivas y la adhesión de las capas subsiguientes _____	15
Polímeros y compuestos que cumplen con las normas FST más fuertes de las aplicaciones ferroviarias _____	19
Compuestos ligeros ignífugos de alto rendimiento para aplicaciones ferroviarias _____	22
CARBODIN – Desarrollo de carcasas de carrocerías, puertas e interiores de tren en materiales compuestos _	24
Colágeno termoplástico _____	25
Composites termoplásticos y estructuras multimaterial _____	26
Compuestos elastoméricos sostenibles con capacidad autorreparadora como elementos de sujeción y dispositivos de suspensión _____	28
Composites Termoplásticos de Fibra Larga _____	31
Desarrollo De Sistemas De Curado Avanzados En Composites Mediante Tecnologías Microondas (MW) _____	33
Soluciones ignífugas a medida _____	35
Topes laterales de deslizamiento en poliuretano microcelular y amortiguadores antivibratorios para los sistemas HVAC de los trenes _____	36
Rodamientos de alta durabilidad _____	38
Electrodos laminados para baterías y su integración en estructuras de transporte _____	40
Ventanas solares para módulos independientes _____	42
Paneles Auto-calefactables _____	44
Fabricación aditiva (impresión 3d) de metales _____	47
Dispositivos para optimizar la dosis de grasa en contactos rueda-carril _____	50
Desarrollo de componentes híbridos plástico (o composite)-metal a través de unión laser _____	51
Mecanizado criogénico de aceros ferroviarios Eain _____	52
Simulación numérica. Simulación de procesos y de comportamiento en servicio. Cálculos térmicos, estructurales, acoplados y fluidodinámicos _____	53
Desarrollo de soluciones avanzadas y procesado de materiales para el sector ferroviario mediante tecnologías de fabricación aditiva _____	55
Desarrollo de materiales y procesos para reparación de carril, in situ, mediante tecnología de soldadura automatizada _____	57
Caracterización avanzada de materiales y componentes. Caracterización mecánica de carriles y laboratorio de tribología _____	59
Diseño de nuevas calidades de materiales avanzados para el sector ferroviario. Validación experimental _____	61

INDEX

Omniphobic Technology (repellency to all kinds of liquids regardless of surface tension)	6
Surface treatment for improved durability of wheel-rail contact components	8
Lubricants for rail application optimized by additivation of functional nanomaterials	9
Coating with LMD (laser metal deposition) of materials resistant to wear and/or corrosion for tools and/or components of the railway sector	10
Electro-optical coatings for windows	11
Functional paints for clean surfaces	12
Radiant surfaces and smart surfaces through the application of carbon nanoparticles coatings	13
Conversion coating pre-treatment on the metal surface for the improvement of the anticorrosive properties and adhesion of subsequent layers	15
Polymers and composites that meet the strongest FST regulations of railway applications	19
High performance fire retardant lightweight composites for railway applications	22
CARBODIN – Car body shells, doors and interiors in composite materials	24
Thermoplastic collagen	25
Multimaterial Structures and thermoplastic composites	26
Sustainable elastomeric composites with self-healing capability as fastening components and suspension devices	28
Long Fibre Thermoplastic Composites	31
Development of Advanced Curing Systems in Composites With Microwave (MW) Technologies	33
Customized flame retardant solutions	35
Antivibration mounts and vibration dampers for the HVAC systems of the train	36
High durability bearings	38
Laminated battery electrodes for integration in transport structures	40
Solar windows for independent modules	42
Self-Heating Panels	44
Additive Manufacturing (3D Printing) of Metals	47
Devices to optimize the dose of grease in wheel-rail contacts	50
Development of hybrid plastic (or composite) -metal components through laser bonding	51
Railway steel Eain criogenic machining	52
Numerical Simulation. Process and in-service behaviour simulation. Thermal, structural, coupled and fluid-dynamic simulation	53
Development of advanced solutions and processing of materials for the railway sector through additive manufacturing technologies	55
Development of materials and processes for rail repair, on site, using automated welding technology	57
Advanced characterisation of materials & components. Mechanical characterisation of rails and tribology lab	59
Design of new grades and experimental validation of advanced materials for the rail sector	61

INTRODUCCIÓN

El empleo de nuevos materiales que superen, incluso, los actuales requerimientos y necesidades del sector ferroviario, así como la demanda, cada vez mayor, de soluciones sostenibles, plantean una investigación dirigida hacia materiales y dispositivos multifuncionales que sean capaces de ofrecer productos y soluciones innovadoras que contribuyan a la competitividad del ferrocarril y de la industria ferroviaria, disminuyendo pesos, costes y emisiones de CO₂, integrando calidad y manteniendo los estándares de seguridad requeridos.

La Plataforma Tecnológica de Materiales Avanzados y Nanomateriales, MATERPLAT, y la Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española, PTFE, han realizado y presentan este documento "Materiales avanzados para el Sector Ferroviario" fruto de la colaboración entre ambas plataformas, y cuyo objetivo es el impulso de la transferencia de la investigación, conocimiento y tecnología en materiales hacia el ferrocarril, siendo también potencialmente transferible hacia otros sectores. Se ha concebido como una herramienta para aquellas empresas que buscan alternativas y nuevas soluciones para un posicionamiento de liderazgo en el sector. Esta compilación de oferta de soluciones incorpora asimismo la descripción del estado del desarrollo de la tecnología, el estado de la propiedad intelectual e industrial, y el tipo de colaboración que se precisa, obedece a una llamada abierta a todas las entidades de la PTFE que deseen hacerse eco del pulso de la innovación en nuevos materiales, así como las tendencias y posibles aplicaciones futuras. Pretende ser éste un documento "vivo en el tiempo" y diseñado para su internacionalización, susceptible de incorporación de nuevas soluciones, así como de la actualización y/o desarrollo de las aquí presentadas.

El catálogo "Materiales avanzados para el Sector Ferroviario" recoge una serie de soluciones organizadas en cuatro secciones: Recubrimientos, donde las propuestas se aplican sobre las diferentes superficies del material rodante. En Estructura las soluciones se destinan tanto al rendimiento del material móvil como a conseguir superficies inteligentes. Las propuestas en el

INTRODUCTION

The use of new materials that even exceed the current requirements and needs of the railway sector, as well as the ever-increasing demand for sustainable solutions, directs research towards materials and multifunctional devices that are capable of offering innovative products and solutions that contribute to the competitiveness of the railway and the railway industry, reducing weights, costs and CO₂ emissions, integrating quality and maintaining the required safety standards.

The Advanced Materials and Nanomaterials Spanish Technological Platform, MATERPLAT, and the Spanish Railway Technology Platform, PTFE, have produced and present this document "Advanced Materials for the Railway Sector" as a result of the collaboration between both platforms, and whose objective is to promote the transfer of materials research, knowledge and technology towards the railway, being potentially also transferable to other sectors. It has been conceived as a tool for companies seeking alternatives and new solutions for a leadership position in the sector. This solution offer compilation also incorporates the description of the state of technology development, the state of intellectual and industrial property, and the type of collaboration required, due to an open call to all PTFE entities that wish to echo from the pulse of innovation in new materials as well as trends and possible future applications. This is intended to be a document "alive in time" and designed for its internationalization, capable of incorporating new solutions, as well as updating and / or developing those presented here.

The catalog "Advanced Materials for the Railway Sector" contains a series of solutions organized in four sections: Coatings, where the proposals are applied to the different surfaces of the rolling stock. In Structure, the solutions are aimed both at the performance of the rolling stock and at achieving smart surfaces. The proposals in the Energy block focus on materials capable of capturing and storing energy into transport structures. Finally, Manufacturing includes new technologies, devices and simulations that are

bloque de Energía se enfocan a materiales capaces de captar y almacenar energía en las propias estructuras de los vehículos. Por último, en Fabricación se recogen nuevas tecnologías, dispositivos y simulaciones que se integran en la propia fabricación y donde, además, surgen nuevas calidades y formas de fabricación. La organización en secciones obedece a una mejor estructura del documento. Señalar, no obstante, que algunas de las soluciones y/o de las nuevas tecnologías son susceptibles de pertenecer a más de una sección dado que si bien se pueden aplicar sobre un determinado elemento, su objetivo es mejorar también los resultados de elementos adicionales.

La Plataforma Tecnológica Española de Materiales Avanzados y Nanomateriales (MATERPLAT) se crea en 2008 con la vocación de fomentar y promocionar la innovación en el Sistema de I+D+i Nacional, como herramienta e instrumento clave para la mejora e incremento de la competitividad del colectivo de empresas españolas, para los cuales los materiales y nanomateriales y sus procesos de transformación, son elementos fundamentales en el desarrollo y comercialización de sus productos y servicios.

La Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española (PTFE) creada en 2006, es una herramienta al servicio del sector ferroviario, liderada por la industria, en las que todos los agentes sistema español de Ciencia-Tecnología-Innovación interesados en el ferrocarril trabajan conjunta y coordinadamente para identificar y priorizar las necesidades tecnológicas, de investigación y de innovación a medio o largo plazo. Su principal objetivo es conseguir los avances científicos y tecnológicos que aseguren la competitividad, la sostenibilidad y el crecimiento del tejido empresarial, alineando las estrategias de los diferentes agentes y concentrando los esfuerzos de I+D+i.

integrated into manufacturing itself and where, in addition, new qualities and forms of manufacturing emerge. The organization in sections obeys a better structure of the document. However, it should be noted that some of the solutions and / or new technologies may belong to more than one section since, although they can be applied to a certain element, their objective is also to improve the results of additional elements.

The Advanced Materials and Nanomaterials Spanish Technological Platform (MATERPLAT) was created in 2008 with the aim of promoting and promoting innovation in the National R&D&I system, as a key tool and instrument for improving and increasing the competitiveness of the collective of Spanish companies, for which materials and nanomaterials and their transformation processes are fundamental elements in the development and commercialization of their products and services.

The Spanish Railway Technology Platform (PTFE) created in 2006, is a tool at the service of the railway sector, led by the industry, in which all the Spanish Science-Technology-Innovation system agents interested in the railway work together and coordinate to identify and prioritize technological, research and innovation needs in the medium or long term. Its main objective is to achieve scientific and technological advances that ensure competitiveness, sustainability and the growth of the business fabric, aligning the strategies of the different agents and concentrating R&D&I efforts.



Recubrimientos/Coatings

ENTIDAD/ENTITY: CIDETEC

DEPARTAMENTO/DEPARTMENT: Ingeniería de superficies/Surface Engineering

DIRECCIÓN/ADDRESS: Paseo Miramón 191, 20014 Donostia-San Sebastián, Gipuzkoa, Spain

WEBSITE: www.cidetec.es

CONTACTO/CONTACT: Jesús Palenzuela (jpalenzuela@cidetec.es)

TECNOLOGÍA OMNIFÓBICA (REPELENCIA A TODA CLASE DE LÍQUIDOS INDEPENDIEMENTE DE LA TENSIÓN SUPERFICIAL)

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

Una superficie omnifóbica repele tanto líquidos polares (p.ej. agua) como líquidos no polares (p. ej. aceites). La tecnología omnifóbica ofrece aplicaciones directas para el tratamiento y consecución de superficies auto-limpiables, anti-hielo, anti-grafiti, anti-huella dactilar, anti-bacteria o con baja adhesión de insectos sobre las superficies, pudiéndose aplicar a sectores industriales tan diversos como transporte, telas/tapices, embalaje/envasado, arquitectura o electrónica. En este contexto, CIDETEC ha desarrollado y patentado una tecnología que supera la limitación del estado del arte. La tecnología patentada está basada en un alto grado de deslizamiento frente a líquidos polares y no polares y en la unión covalente al sustrato, lo que aumenta la durabilidad y las propiedades mecánicas del recubrimiento. CIDETEC ha aplicado la tecnología omnifóbica en una amplia gama de sustratos, desde metales, plásticos, papel o textiles.

OMNIPHOBIC TECHNOLOGY (REPELLENCY TO ALL KINDS OF LIQUIDS REGARDLESS OF SURFACE TENSION)

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

An omniphobic surface repels both polar liquids (such as water) and non-polar (oily) liquids, and therefore, has useful technological applications in self-cleaning surfaces, anti-icing, anti-graffiti, anti-finger print, anti-bacteria or easy removal of insects from surfaces. Thus, they can be applied to industrial sectors such as transport, fabrics, architecture or electronics, promoting the low adhesion of particles and materials. In order to achieve these properties, CIDETEC developed a patented technology that overcomes the limitation of the omniphobic state of the art. These technologies are based on high slippery with excellent sliding properties versus polar and non-polar liquids and on covalent bonding to the substrate, which increases the durability and lasting properties of the coating. CIDETEC technologies have been applied on a wide range of substrates, from metals, plastics, paper to textiles.



ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

Las tecnologías omnifóbicas de CIDETEC se encuentran actualmente en un TRL entre 3 y 6

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

CIDETEC omniphobic technologies are currently in a TRL between 3 and 6 (depending of the

ENTIDAD/ENTITY: CIDETEC

DEPARTAMENTO/DEPARTMENT: Ingeniería de superficies/Surface Engineering

DIRECCIÓN/ADDRESS: Paseo Miramón 191, 20014 Donostia-San Sebastián, Gipuzkoa, Spain

WEBSITE: www.cidetec.es

CONTACTO/CONTACT: Jesús Palenzuela (jpalenzuela@cidetec.es)



(dependiendo de la aplicación). Actualmente se está probando en aplicaciones para el sector aeronáutico, a través de proyectos financiados con fondos europeos **H2020-CS2_CHOPIN** y **H2020-CS2_STELLAR** con el fin de obtener superficies que mitiguen la contaminación producida por mosquitos con el fin de preservar el flujo laminar del avión. Además, se ha probado con éxito en aplicaciones para automoción y a nivel industrial en una planta de producción de papel, con el fin de aumentar la vida media y resistencia del producto.

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

A pesar de los excelentes resultados alcanzados por las tecnologías de CIDETEC en otros campos, aún no se han probado en el sector ferroviario, donde creemos que esta tecnología es prometedora y podría ser de interés para lograr propiedades de fácil limpieza, anti-grafiti, anti-hielo, anti-huella dactilar, anti-estáticas o antibacterianas. La tecnología se ha probado en otros sectores del transporte, como el aeronáutico o automoción.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Acuerdo comercial, Colaboración de I+D, Búsqueda de socios para exportar la tecnología.

ESTADO DE LA IPR

- **WO2018/122428A1:** "Ionogel-based omniphobic coatings and their use thereof"
- M. Fenero, J. Palenzuela, I. Azpitarte, M. Knez, J. Rodríguez, R. Tena-Zaera, ACS Appl. Mater. Interfaces, 2017, 9, 39078-39085.
- Genua, D. Mecerreyes, J. A. Alduncín, I. Mondragón, R. Marcilla, H-J, Grande, Polymer Journal, 2011, 43, 966-970.
- M. Döbbelin, R. Marcilla, C. Tollan, J. A. Pomposo, J. R. Sarasua, D. Mecerreyes, J Mat Chem. 2008, 18, 5354-5358.

application). Currently, it is being tested in applications for the aeronautical sector, through means of European-financed projects **H2020-CS2_CHOPIN** and **H2020-CS2_STELLAR** with the purpose of obtaining coated surfaces to mitigate the surface mosquito contamination in order to preserve the aircraft laminar flow. It has been successfully tested in applications for the automotive sector and also at industry level in a paper production plant, in order to increase the lasting half-life of the product.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

Despite the excellent results achieved by CIDETEC technologies in other fields, they have not been tested in the railway sector yet, where we think that this technology is promising and could be of interest in order to achieve easy-cleaning, anti-graffiti, ice-phobicity, anti-finger print, anti-static or anti-bacterial properties. The technology has already been tested in other transport sectors, such as aeronautical or automotive.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

Commercial Agreement, R&D collaboration, Partner search to export the technology.

IPR STAGE

- **WO2018/122428A1:** "Ionogel-based omniphobic coatings and their use thereof"
- M. Fenero, J. Palenzuela, I. Azpitarte, M. Knez, J. Rodríguez, R. Tena-Zaera, ACS Appl. Mater. Interfaces, 2017, 9, 39078-39085.
- Genua, D. Mecerreyes, J. A. Alduncín, I. Mondragón, R. Marcilla, H-J, Grande, Polymer Journal, 2011, 43, 966-970.
- M. Döbbelin, R. Marcilla, C. Tollan, J. A. Pomposo, J. R. Sarasua, D. Mecerreyes, J Mat Chem. 2008, 18, 5354-5358.

TRATAMIENTO SUPERFICIAL PARA MEJORA DE DURABILIDAD DE COMPONENTES DEL CONTACTO RUEDA-CARRIL

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

Tratamientos basados en tecnologías de láser y láser cladding con la finalidad de aumentar la resistencia al desgaste y a la corrosión, y reducir el ruido en el contacto rueda-carril.

ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

TRL 4.

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

Pruebas piloto en laboratorio, que se extenderán a ensayos en campo.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D.

ESTADO DE LA IPR

Know-how y secreto industrial.

SURFACE TREATMENT FOR IMPROVED DURABILITY OF WHEEL-RAIL CONTACT COMPONENTS

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

Treatments based on laser and laser cladding technologies in order to increase resistance to wear and corrosion, and reduce noise in wheel-rail contact.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

TRL 4.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

Pilot tests in laboratory that are being extended to field tests.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration.

IPR STAGE

Know-how and industrial secret.

LUBRICANTES PARA APLICACIÓN FERROVIARIA OPTIMIZADOS MEDIANTE ADITIVACIÓN DE NANOMATERIALES FUNCIONALES

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

Se ofrecen dos tipos de soluciones y un servicio asociado:

- Modificadores de fricción que proporcionan coeficiente de fricción suficiente para una buena tracción (rodadura sin deslizamiento) de las ruedas sobre la cabeza del raíl.
- Grasas lubricantes que disminuyen el coeficiente de fricción y la tasa de desgaste en el deslizamiento de los flancos de la rueda contra la esquina y la superficie lateral de la cabeza del raíl.
- Caracterización y validación mediante ensayos tribológicos del comportamiento de nuevas formulaciones y grasas.

ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

TRL 4.

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

Pruebas piloto en laboratorio, que se extenderán a pruebas en campo.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D.

ESTADO DE LA IPR

Know-how y secreto industrial.

LUBRICANTS FOR RAIL APPLICATION OPTIMIZED BY ADDITIVATION OF FUNCTIONAL NANOMATERIALS

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

Two types of solutions and an associated service are offered:

- Friction modifiers that produce sufficient friction coefficient for good traction (rolling without sliding) of the wheels on the rail head.
- Lubricating greases that reduce the coefficient of friction and the rate of wear in the sliding of the flanks of the wheel against the corner and the upper side of the railhead.
- Characterization and validation by tribological tests, of the behavior of new formulations and fats.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

TRL 4.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

Pilot tests in laboratory that are being extended to field tests.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration.

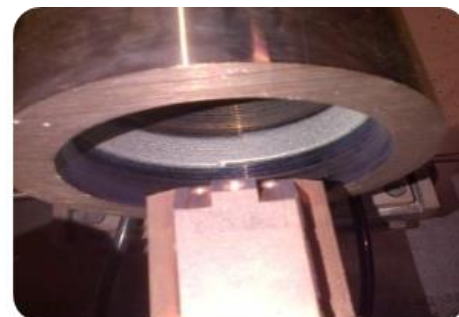
IPR STAGE

Know-how and industrial secret.

RECUBRIMIENTO CON LMD (LASER METAL DEPOSITION) DE MATERIALES RESISTENTES AL DESGASTE Y/O CORROSIÓN PARA UTILLAJES Y/O COMPONENTES DEL SECTOR FERROVIARIO

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

A través de la aplicación de recubrimientos o aportes en zonas específicas con materiales de altas prestaciones, sobre sustratos de menores requerimientos (tipo fundiciones, aceros), se puede incrementar la vida en servicio de componentes. Dicha tecnología puede ser aplicable en superficies internas y externas.



ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

TRL 5.

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

Pruebas piloto.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D.

ESTADO DE LA IPR

Know-how y secreto industrial.

COATING WITH LMD (LASER METAL DEPOSITION) OF MATERIALS RESISTANT TO WEAR AND/OR CORROSION FOR TOOLS AND/OR COMPONENTS OF THE RAILWAY SECTOR

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

Through the application of coatings or contributions in specific areas with high performance materials, on substrates of lower requirements (foundries, steels), the service life of components can be increased. Such technology may be applicable on internal and external surfaces.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

TRL 5.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

Pilot tests.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration.

IPR STAGE

Know-how and industrial secret.

RECUBRIMIENTOS ELECTRO-ÓPTICOS PARA VENTANAS

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

Recubrimientos para vidrio o sustratos polimérico transparente, con propiedades ópticas/electrópticas para propiedades de control térmico pasivo o activo (bajos emisivos, filtros ópticos, electrocrómicos) o para propiedades anti-vaho/anti-hielo mediante recubrimientos activos calefactables transparentes.

ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

TRL 4.

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

Pruebas piloto en laboratorio.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D.

ESTADO DE LA IPR

Know-how y secreto industrial.

ELECTRO-OPTICAL COATINGS FOR WINDOWS

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

Coatings for glass or transparent polymeric substrates, with optical/electro-optical properties for active or passive thermal control (low-e, optical filters, electrochromics) or antifog/de-icing using transparent heatable active coatings.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

TRL 4.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

Pilot tests in laboratory.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration.

IPR STAGE

Know-how and industrial secret.

PINTURAS FUNCIONALES PARA SUPERFICIES LIMPIAS

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

Desarrollo de funcionalidades antibacteria/de fácil limpieza/antigraffiti para pinturas mediante la aditivación y dispersión de nanopartículas o materiales funcionales encapsulados.

ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

TRL 4.

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

Pruebas piloto en laboratorio.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D.

ESTADO DE LA IPR

Know-how y secreto industrial.

FUNCTIONAL PAINTS FOR CLEAN SURFACES

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

Development of antibacterial/easy-to-clean/antigraffiti functional paints by means of additivation and dispersion of nanoparticles or encapsulated functional materials.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

TRL 4.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

Pilot tests in laboratory.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration.

IPR STAGE

Know-how and industrial secret.

SUPERFICIES RADIANTES Y SUPERFICIES INTELIGENTES MEDIANTE LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS BASADOS EN NANOPARTÍCULAS CARBONOSAS

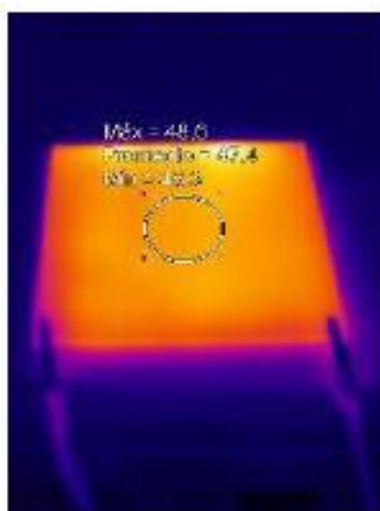
RADIANT SURFACES AND SMART SURFACES THROUGH THE APPLICATION OF CARBON NANOPARTICLES COATINGS

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

El desarrollo presentado por CTAG para la climatización y sensorizado mediante recubrimientos eléctricamente conductores basados en nanopartículas carbonosas ofrece la posibilidad de generar superficies radiantes de calor, de temperatura homogénea, a la vez que puede dotar a estas superficies de funciones sensoricas (detección de presencia, proximidad, reconocimiento gestual, etc. y medición de temperatura).
Este sistema de calefacción permite suministrar el confort térmico adecuado a los usuarios sin la necesidad de calentar todo el aire interior del habitáculo. Este hecho, induce a la percepción de una mejor calidad del aire a la vez que reduce el consumo total de energía al calentar sólo las partes de la cabina ocupadas.
Adicionalmente, esta tecnología permite la inclusión de funciones táctiles de control y de medición de temperatura en virtualmente cualquier parte del interior del habitáculo.

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

The development presented by CTAG for climatisation and sensorization through the application of electrically conductive coatings based on carbon nanoparticles, offers the possibility of generating radiant surfaces with homogeneous temperature distribution, and at the same time grants them sensoric functions such as proximity sensing, gesture recognition, temperature measurement, among others.
This solution allows reaching the desired thermal comfort of the occupants without heating the entire volume of air present into the cabin. This fact improves the air quality perception and also reduces the total power consumption only by heating the occupied areas.
In addition, this technology enables the inclusion of touch control functions and temperature detection in virtually all parts of the interior of the cabin.



ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

Actualmente, el desarrollo presentado se encuentra en un TRL 6–7.

En cuanto al nivel de manufacturabilidad el desarrollo se encontraría entre MRL 3–4.

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

Aunque este desarrollo no se ha implantado todavía en el sector ferroviario, sí se han realizado diferentes pruebas y tests en condiciones reales orientados al sector de la automoción y el sector del hábitat. Todos los ensayos realizados demuestran la robustez de la tecnología y su potencial de aplicabilidad en diferentes sectores.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D.

ESTADO DE LA IPR

- **ES2721125A1** Dispersión acuosa eléctricamente conductora, uso de dicha dispersión acuosa eléctricamente conductora y procedimiento de electrodeposición de metales en materiales no conductores
- **ES2721032A1** Dispositivo eléctrico con propiedades calefactoras
- **ES2703973A1** Dispositivo de calefacción radiante y procedimiento de fabricación
- **ES1169483U** Panel multicapa
- **ES2571277A1** Procedimiento de fabricación de paneles multicapa y panel multicapa obtenido
- **ES2574622A1** Dispositivo calefactable que comprende una lámina conductora y electrodos de metal y procedimiento de fabricación del mismo

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

Currently, the development presented is in a TRL 6–7.

Regarding the manufacturing readiness level, the development would be between MRL 3–4.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

Although this development has not been implemented in the railway sector yet, different real trials and tests have been carried out, aimed at the automotive and the habitat sector. All the tests demonstrate the robustness of the technology and its potential applicability in a variety of sectors.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration.

IPR STAGE

- **ES2721125A1** Electrically conductive aqueous dispersion, use of said electrically conductive aqueous dispersion and electrodeposition process of metals in non-conductive materials
- **ES2721032A1** Electric device with heating properties
- **ES2703973A1** Radiant heating device and manufacturing procedure
- **ES1169483U** Multilayer panel
- **ES2571277A1** Manufacturing process of multilayer panels and multilayer panel obtained
- **ES2574622A1** Heating device comprising a conductive sheet and metal electrodes and manufacturing process thereof

PRE-TRATAMIENTO DE CONVERSIÓN SOBRE LA SUPERFICIE DEL METAL PARA LA MEJORA DE LAS CAPACIDADES ANTICORROSIVAS Y LA ADHESIÓN DE LAS CAPAS SUBSIGUIENTES

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

El impacto económico a causa de la corrosión en el mercado global según NACE es el equivalente al 3,4% del PIB mundial. Si tenemos en cuenta tanto los costes directos vinculados a una afectación crítica provocada por la corrosión, como también a aquellos costes indirectos que llevan a interrupciones, retrasos o fallos en la producción e impuestos y gastos generales sobre bienes y servicios, esta cifra asciende a los 4,4 billones de euros. En España, el coste de la corrosión alcanza aproximadamente 1,2 mil millones de euros, de los que un 3,2% está representado en el sector de la agricultura, un 26% en la industria y el 70,8% restante en el sector de servicios. Según estudios de NACE International, se podría ahorrar un 15-35% del coste total mediante prácticas de control contra la corrosión. Cabe remarcar que estas estimaciones no incluyen el coste de seguridad individual ni las consecuencias medioambientales, que en ocasiones dan lugar a grandes desastres socioeconómicos y ecológicos. Por estos motivos, urge resolver o mitigar tal impacto.

El pretratamiento superficial planteado se basa en la deposición de una capa nanométrica de óxidos inorgánicos (Ti, Zr, Ce, Mo, V, etc.) mediante un sistema electroless que provee al material de una resistencia demostrada frente a la corrosión, además de una mejora en la adherencia de las subsiguientes capas de recubrimiento, típicamente pinturas base epoxi o poliuretano.

ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

Hasta ahora, los recubrimientos de conversión más importantes utilizaban cromo, recubrimientos de conversión de cromato (chromate conversion coatings, CCCs), y fosfato

CONVERSION COATING PRE-TREATMENT ON THE METAL SURFACE FOR THE IMPROVEMENT OF THE ANTICORROSIVE PROPERTIES AND ADHESION OF SUBSEQUENT LAYERS

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

Corrosion economic impact in the global market according to NACE is equivalent to 3.4% of world GDP. Taking into account both the direct costs related with the critical impact caused by corrosion, as well as those indirect costs that lead to interruptions, delays or failures in production and taxes and general expenses on goods and services, this value rises to 4.4 billion euros. In Spain, the cost of corrosion reaches approximately 1.2 billion euros, a 3.2% is correspond to the agriculture sector, 26% in the industry and the remaining 70.8% in the service sector. NACE International studies have shown that implementing corrosion control practices almost a 15-35% of the total cost would be saved. Point out that these estimates values do not include the cost of individual security or the environmental consequences, which sometimes lead to major socio-economic and ecological disasters. For these reasons, it is urgent to solve or mitigate such impact.

This pre-treatment is based on a nanometric coating of inorganic oxides (Ti, Zr, Ce, Mo, V, etc) that is deposited via chemical electroless. This treatment imparts anti-corrosion properties and improves the adherence of top-coats such us epoxy paints.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

Traditionally the most common conversion coating used are chromate conversion coatings (CCCs) and phosphated ones to protect iron substrates against corrosion and improve the adhesion of top coats. It

para proteger a los metales ferrosos de la corrosión y mejorar la adherencia con las pinturas de imprimación o capas intermedias. Se ha demostrado que este tipo de recubrimientos son tóxicos y carcinógenos en el caso de los cromatos, y en el caso de los fosfatos, medioambientalmente nocivos y contaminantes. De esta manera ha empezado una carrera tecnológica para poder solventar estos problemas, utilizando generalmente modificaciones de soluciones ya efectivas. Sin embargo, pocos sistemas han logrado encontrar una alternativa ecológicamente aceptable, sin riesgos para la salud humana, que pueda trabajar a baja temperatura, con baja cantidad de metales pesados (Zn, Ni, Mn) y que alcance el resultado de las tecnologías actuales. El sector de automoción es la industria que ha evolucionado más en el desarrollo de recubrimientos de conversión no tóxicos y respetuosos con el medio ambiente. De entre las distintas tecnologías investigadas; como por ejemplo: recubrimientos sol-gel, basados en polímeros conductores, basados en la incorporación de elementos de tierras raras, etc.; las más prometedoras han sido los recubrimientos de conversión base Ti y Zr, que ya han empezado a desarrollarse como productos comerciales. Este tipo de tecnologías implican un cambio de paradigma en el sector de los pretratamientos anticorrosión, permitiendo abordar, a través de soluciones científicas y tecnológicas muy avanzadas, las necesidades anticorrosivas demandadas por el sector. Las dos últimas décadas se han desarrollado pretratamientos de conversión en la industria de automoción y en la industria aeronáutica. Los materiales utilizados en estos sectores, principalmente aceros al carbono, aceros galvanizados (recubiertos con zinc) y aleaciones de aluminio, requieren de una tecnología capaz de hacerlos resistentes a los ambientes corrosivos. Para conseguirlo, se crea un sistema de protección basado en pretratamientos superficiales (anodización para aluminio y recubrimientos de

is well known that these types of coatings are toxic and carcinogenic in the case of chromates; while phosphates process are extremely dangerous for the environment. For all these reasons in the last 15 years many efforts have been spent in order to find a solution which is environmental friendly and efficient at the same time.

Actually only few commercial solutions could meet the following targets: human health security, low content of heavy metals (Zn, Ni, Mn), low operation temperature and same technical performance (e.g. corrosion protection).

A significant evolution in the pre-treatment technology has been achieved in the automotive sector, involving non-toxic conversion coatings and environmentally friendly.

Lots of different research pathways have been explored from sol-gel coatings, conductive polymers, rare earth elements etc.; being the most promising results obtained with conversion coatings containing Ti and Zr compounds. There are already few commercial products based on this technology.

This type of technology implies a paradigm shift in the anti-corrosion pretreatment sector, making it possible to address, through highly advanced scientific and technological solutions, the anticorrosive needs demanded by the sector.

Due to the high requirements/standards of the automotive sector (cyclic salt spray; cross hatch test), it is reasonable to extend and adapt the same pre-treatment technology to different industrial sectors for solving corrosion issues. The automotive markets have the additional challenge to be a multimetal application, in fact iron, galvanised and aluminum parts could compose the car body shell at the same time.

The pre-treatment normally is the first layer of many (base and top coats) to complete the integrated paint process.

Another example of state of the art in the metal pretreatment area is the aeronautic sector, which is facing environmental restriction (Chromium

ENTIDAD/ENTITY: LEITAT

DEPARTAMENTO/DEPARTMENT: Química aplicada y materiales – Química de superficies/Applied chemistry and materials – Surface chemistry

DIRECCIÓN/ADDRESS: Calle de la Innovació 2, 08225, Terrasa, Barcelona, Spain

WEBSITE: www.leitat.org

CONTACTO/CONTACT: Lorenzo Bautista Pérez (lbautista@leitat.org)

conversión) y un sistema de pintura anticorrosiva. La evolución de esta tecnología de recubrimientos de corrosión, sobre todo en automoción, ha sido permanente tratando de anticipar las exigencias del mercado en cuanto a regulaciones ambientales, disminución de costes y satisfacción del cliente. En estos sectores encontramos este tipo de tecnología desarrollada desde un TRL 6-7 hasta 8-9. Este hecho se debe a que se trata de una tecnología que se está optimizando aún hoy en día. Los prometedores resultados obtenidos tanto en el sector de automoción (principalmente) como en el sector aeronáutico, dan motivos para pensar que esta tecnología debería ser igual de válida para otros sectores como el sector ferroviario.

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

Bajo nuestro conocimiento, no se han desarrollado este tipo de recubrimientos de conversión en materiales metálicos utilizados en el sector ferroviario. Por lo tanto, su aplicación implicaría una novedad tecnológica relevante en el sector. Asimismo, supondría un incremento en la vida útil de materiales metálicos, así como una reducción en los costes asociados a operaciones de mantenimiento y reparación.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D.

ESTADO DE LA IPR

Existen varias patentes que hacen referencia a materiales relacionados con esta tecnología, sobre todo en el sector de la automoción, que son propiedad de Henkel, AkzoNobel, PPG, Chemetall, Nippon Paint, Nihon Parkerizing, entre otros. En este sentido cabría esperar que la adaptación de esta tecnología a la aplicación específica en el sector ferroviario pudiera abrir la puerta a nuevas oportunidades para proteger la propiedad intelectual.

VI/Reach Legislation) as well and a continuous need for improvements.

Within these two sectors, the TRL of the metal pre-treatment technology is between 6 and 8-9 depending on the specific application.

Promising results obtained mainly in automotive materials but also in others used for aeronautic applications have led to consider this technology also potentially feasible for the railway sector.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

To our knowledge, there is no literature or public knowledge on the use of conversion coatings based on Zr, Ti in the railway sector. Therefore, this technology should be a remarkable technological breakthrough for this application.

Likewise, it would mean an increase in the useful life of metallic materials, as well as a reduction in the costs associated with maintenance and repair operations.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration.

IPR STAGE

There are several patents including materials related to this technology in the automotive sector, being the main industrial players Henkel AkzoNobel, PPG, Chemetall, Nippon Paint, and Nihon Parkerizing, among others. Adaptation of this technology to the specific materials and requirements of the railway sector could potentially generate the opportunity to protect their associated intellectual property rights.



Estructuras/Structures

POLÍMEROS Y COMPUESTOS QUE CUMPLEN CON LAS NORMAS FST MÁS FUERTES DE LAS APLICACIONES FERROVIARIAS

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

El sector ferroviario está realizando importantes esfuerzos para mejorar el rendimiento del material rodante, centrándose en el ahorro masivo, la rentabilidad y la adaptabilidad del usuario. Para esto, el reemplazo de partes metálicas de las carrocerías por polímeros reforzados con fibra (FRP) es un enfoque prometedor.

CIDETEC ha estado trabajando en el desarrollo, prueba y validación de resinas y compuestos que cumplen con EN45545-2, que pueden usarse para la sustitución de metales en partes estructurales de las carrocerías. Se han evaluado diferentes tipos de fósforo que contienen retardantes de llama libres de halógeno (FR), incluidos los enfoques de tipo aditivo y reactivo, en las nuevas resinas y su efecto sobre la temperatura de transición vítrea (Tg), las propiedades de tracción, la estabilidad térmica y el comportamiento de combustión.

CIDETEC también tiene experiencia en la producción de diferentes compuestos con dichas matrices, con resultados que logran la clasificación del nivel de HL2 o mejor.

POLYMERS AND COMPOSITES THAT MEET THE STRONGEST FST REGULATIONS OF RAILWAY APPLICATIONS

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

Rail sector is making significant efforts to improve the performance of the rolling stock, focusing on mass saving, cost-efficiency and user-adaptability. For this, the replacement of metallic parts of car bodies by fibre-reinforced polymers (FRPs) is a promising approach.

CIDETEC has been working on the development, testing and validation of resins and composites compliant with EN45545-2 that can be used for the substitution of metals in structural parts of the car bodies. Different types of phosphorus containing halogen-free flame retardants (FRs), including both additive-type and reactive type approaches, have been evaluated on new resins and their effect on the glass transition temperature (Tg), tensile properties, thermal stability and burning behaviour of the resin have been studied.

CIDETEC has also experience on the production of different composites which such matrices, with results achieving classification of HL2 level or better.



Figure 1. Best composites to meet FST for railway applications developed within Mat4Rail project.

ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

Los compuestos basados en epoxi modificado, benzoxazina o química híbrida se produjeron y caracterizaron dentro del proyecto Mat4Rail. Los 6 mejores candidatos fueron validados con éxito a través de una intensiva campaña de ensayos mecánicos (incluida la fatiga) y FST.

También se fabricó un prototipo de una puerta en composite con epoxi modificado con fibras de basalto, con el material preimpregnado elaborado por CIDETEC.

Más información sobre este proyecto, coordinado por CIDETEC: www.mat4rail.eu

Video del proyecto:

<https://youtu.be/VprwkrvcR6A>

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

Los nuevos materiales termoestables desarrollados en CIDETEC dentro del proyecto Shift2Rail-H2020 Mat4Rail en colaboración con otros socios del proyecto, pueden utilizarse para la sustitución de metales en partes estructurales de la carrocería y lograr una clasificación del nivel de HL2 o mejor.

Las juntas adhesivas estructurales combinadas con remachado/atornillado permitirán unir estos materiales poliméricos a los metales y, por lo

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

Composites based on modified epoxy, benzoxazine or hybrid chemistry were produced and characterised within Mat4Rail project. The 6 best candidates were successfully validated through an intensive mechanical (including fatigue) and FST campaign.

A prototype of a composite door with modified epoxy with basalt fibres was also fabricated with the prepreg material elaborated by CIDETEC.

Further information on this project, coordinated by CIDETEC: www.mat4rail.eu

Project video: <https://youtu.be/VprwkrvcR6A>

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

The novel thermoset materials developed at CIDETEC within Shift2Rail-H2020 project Mat4Rail in collaboration with other project partners, can be used for the substitution of metals in structural parts of the carbody and achieve classification of HL2 level or better. Structural adhesive joints combined with riveting/bolting will allow joining of these polymeric materials to metals and thus will allow primary multi-material structures of

ENTIDAD/ENTITY: CIDETEC

DEPARTAMENTO/DEPARTMENT: Ingeniería de superficies/Surface Engineering

DIRECCIÓN/ADDRESS: Paseo Miramón 191, 20014 Donostia-San Sebastián, Gipuzkoa, Spain

WEBSITE: www.cidetec.es

CONTACTO/CONTACT: Elena Jubete (ejubete@cidetec.es)



tanto, permitirán estructuras primarias de multi-material en las carrocerías. Se espera que esto permita una reducción de peso de las secciones de la carcasa de las carrocerías en hasta un 30% y una reducción de peso de los sistemas de puertas de acceso en un 10-20%, dependiendo de la familia del tren.

El trabajo de introducción de composites en trenes continúa en S2R-PIVOT y proyectos abiertos paralelos. Como punto de partida, estos composites pueden ser la base para un demostrador de cabina en composite a tamaño real, que está siendo desarrollado por miembros completos de Shift2Rail (proyecto PIVOT).

Con respecto a la estandarización, CIDETEC, como parte de Mat4Rail, comenzó a trabajar en un estándar para la introducción de nuevos materiales en el ferrocarril CEN/TC256 SC2 WG 54. Esto permitirá una aceptación más fácil de los materiales compuestos por parte de la industria ferroviaria.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Acuerdo comercial, Colaboración de I+D, Búsqueda de socios para exportar la tecnología.

ESTADO DE LA IPR

CIDETEC está analizando actualmente las mejores estrategias para la protección de resultados de Mat4Rail junto con otros socios del consorcio involucrados.

Publicación relacionada:

- Gómez-Fernández, S., Jubete, E., López, B. et al. Allando el camino para un uso más amplio de compuestos en la industria ferroviaria. *J Therm Anal Calorim* 138, 1811-1822 (2019).

<https://doi.org/10.1007/s10973-019-08286-6>

carbodies. This is expected to allow a weight reduction of carbody shell sections by up to 30% and a weight reduction of access door systems by 10-20%, depending on the train family.

The work on introducing composites in trains continues in S2R-PIVOT and parallel open projects. As a starting point, such composites can be the basis for a full size composite carbody demonstrator that is under development by Shift2Rail full members (PIVOT project).

Regarding standardization, CIDETEC, as part of Mat4Rail, started to work on a standard for the introduction of new materials in the railway CEN/TC256 SC2 WG 54. This will allow easier uptake of composite materials by the railway industry.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

Commercial Agreement, R&D collaboration, Partner search to export the technology.

IPR STAGE

CIDETEC is currently analysing the best strategies for Mat4Rail results protection together with other involved consortium partners.

Related Publication;

- Gómez-Fernández, S., Jubete, E., López, B. et al. Paving the way for a wider use of composites in railway industry. *J Therm Anal Calorim* 138, 1811–1822 (2019).

<https://doi.org/10.1007/s10973-019-08286-6>

COMPUESTOS LIGEROS IGNÍFUGOS DE ALTO RENDIMIENTO PARA APLICACIONES FERROVIARIAS **HIGH PERFORMANCE FIRE RETARDANT LIGHTWEIGHT COMPOSITES FOR RAILWAY APPLICATIONS**

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

El compuesto de estructura sándwich es la tecnología más fiable y efectiva para la reducción de peso de los paneles interiores en la industria del transporte. Sin embargo, las propiedades y los procesos de fabricación de los compuestos sándwich siempre están limitados por las características y propiedades mecánicas del material ligero utilizado en el núcleo. El grupo **IMDEA HPPN** ha desarrollado una tecnología con uno de nuestros socios, que supera la limitación del estado del arte de los compuestos sándwich. Estos compuestos sándwich ligeros e ignífugos se fabrican mediante proceso de moldeo de dos pasos. Es fácil preparar paneles compuestos prensados con una forma especial ya que el núcleo espumante se prepara in situ. El núcleo espumante se refuerza con fibra de vidrio corta, lo que resulta en altas propiedades mecánicas, buen apantallamiento térmico y rendimiento como aislamiento acústico. Además, se usa como matriz polimérica y aglutinante una resina fenólica o epoxifenólica mezclada con una pequeña cantidad de retardantes de llama para dotar a los compuestos de un excelente rendimiento frente al fuego.

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

The sandwich composite structure is the most reliable and effective technology for weight reduction of interior panels in the transportation industry. However, the properties and manufacturing processes of sandwich composites are always limited by the characteristics and mechanical properties of the lightweight core material. **IMDEA HPPN group** has developed a technology with one of our partners that overcomes the limitation of the sandwich composites state of the art. These new flame retardant lightweight sandwich composites are prepared by two-step molding process. It is easy to prepare artificial press compound boards with special shape since the foaming core is prepared in situ. The foaming core is reinforced by short glass fiber, resulting in high mechanical properties, good thermal shield and sound insulation performance. Moreover, phenolic resin or epoxy-phenolic resin mixed with small amounts of flame retardants are used as polymer matrix and binder to endow composites excellent flame retardant performance.



Por tanto, estos composites ligeros pueden utilizarse como materiales interiores del vehículo

Thus, lightweight composites can be applied to the interior materials of railway vehicles to replace

ENTIDAD/ENTITY: IMDEA MATERIALS INSTITUTE

DEPARTAMENTO/DEPARTMENT: Nanocompuestos poliméricos de alto rendimiento/High performance polymer nanocomposites

DIRECCIÓN/ADDRESS: C/ Eric Kandel 2, 28906, Getafe, Madrid, Spain

WEBSITE: www.materials.imdea.org

CONTACTO/CONTACT: Germán Infante (german.infante@imdea.org)



ferroviario para reemplazar las partes metálicas como el suelo de aluminio, el conducto de aire y algunos paneles de pared.

metal parts such as the aluminum floor, the air duct and some wallboards.

ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

Las tecnologías de composites ligeros e ignífugos creadas por el grupo IMDEA HPPN y uno de nuestros socios, se encuentran actualmente en un TRL entre 4 y 6 (dependiendo de la aplicación). Actualmente se está probando que el rendimiento ignífugo del núcleo espumante y los compuestos sándwich pueden alcanzar el nivel HL-3 según la norma EN 45545-2. La densidad del núcleo espumante es de solo 200 kg/m³ y el peso del panel es de aproximadamente 8 kg/m². La conductividad térmica de los compuestos sándwich es inferior a 0,07 w/(m.k), y el aislamiento acústico es superior a 26 db cuando el grosor del núcleo espumante es superior a 15 mm.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

The flame retardant lightweight composite technologies created by IMDEA HPPN group and one of our partners are currently in a TRL between 4 and 6 (depending of the application). It is currently being tested that the flame retardant performance of the foaming core and sandwich composites can reach the HL-3 level according to the standard EN 45545-2. The density of foaming core is just 200 kg/m³ and the panel weight is about 8 kg/m². The thermal conductivity of sandwich composites is lower than 0.07 w/(m.k), and sound insulation is higher than 26 db when the thickness of foaming core is over 15 mm.

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

Las tecnologías de los composites ligeros de alto rendimiento se han utilizado en el sector ferroviario de otros países, especialmente en los vehículos de Metro y en los vehículos de trenes de corta distancia. Al combinarse con diferentes capas funcionales, varios productos interiores funcionales como suelo o panel de pared de alto aislamiento acústico (> 36 db), se puede preparar un suelo con calefacción eléctrica, donde creemos que esta tecnología es prometedora y podría ser de interés para algunos fabricantes de vehículos ferroviarios con requisitos únicos.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

The technologies of high performance lightweight composites have been used in the railway sector in other countries, especially in the Metro vehicles and short-distance train vehicles. By combining with different functional layers, several functional interior products such as high sound insulation floor or wall panel (> 36 db), electric heating floor can be prepared, where we think that this technology is promising and could be of interest to some manufacturers of railway vehicles with unique requirements.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D y/o acuerdos de transferencia tecnológica.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration and/or technology transfer agreement.

ESTADO DE LA IPR

Know-how y secreto industrial.

IPR STAGE

Know-how and industrial secret.

ENTIDAD/ENTITY: EURECAT

DEPARTAMENTO/DEPARTMENT: Desarrollo de negocio ferroviario y logística/Railway and logistics business development

DIRECCIÓN/ADDRESS: C/ Bilbao 72, 08005 Barcelona, Spain

WEBSITE: www.eurecat.org

CONTACTO/CONTACT: Esther Hurtós Casals (esther.hurtos@eurecat.org)



CARBODIN — DESARROLLO DE CARCASAS DE CARROCERÍAS, PUERTAS E INTERIORES DE TREN EN MATERIALES COMPUESTOS

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

El proyecto CARBODIN (H2020 Shift2Rail JU, **GA nº 881814**), coordinado por EURECAT tiene el objetivo de impulsar nuevos trenes de pasajeros más ligeros y energética y económicamente más eficientes que los existentes actualmente. Para ello, el proyecto se basa en el uso de materiales compuestos que aún no se han implementado totalmente debido a su alto coste.

Otro aspecto importante es el diseño modular de interiores y la fabricación de componentes de vehículos a bajo coste.

EURECAT coordina y participa en el proyecto a través de la **Unidad de Materiales Compuestos**, que se encarga del diseño de moldes y de la **Unidad de Impresión Funcional y Dispositivos Embebidos** que participa en la integración de circuitos de bajo voltaje en paneles de composites. También participan la **Unidad de Nuevos Procesos de Fabricación** de EURECAT, la **Unidad de Tecnologías Audiovisuales**, la **Unidad de Big Data & Data Science**, la **Unidad de Desarrollo de Producto** y la **Unidad de Consultoría**.

ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

TRL 6–7.

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

En la fase de diseño de los moldes para fabricar los componentes principales que ya han sido diseñados.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D.

ESTADO DE LA IPR

El proyecto se desarrolla a través de un consorcio de entidades, cada una de ellas aportando sus conocimientos específicos.

CARBODIN — CAR BODY SHELLS, DOORS AND INTERIORS IN COMPOSITE MATERIALS

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

The CARBODIN project H2020 Shift2Rail JU, **GA nº 881814**), coordinated by EURECAT, has the objective to contribute to the next generation of passenger trains that will be lighter and more energy and cost efficient than the current ones. An important step for that is the use of composite technologies, which still face barriers for full implementation such as their high cost. Another important aspect is the modular design of interiors and low-cost manufacturing of vehicles part.

The **Composites Materials Unit of EURECAT** participates in design of moulds and the **Functional Printing and Embedded Devices Unit** integrates low voltage circuits in composite panels. The project also counts with the participation of the **New Manufacturing Processes Unit**, the **Audiovisual Technologies Unit**, the **Big Data & Data Science Unit**, the **Product Development Unit** and the **Consultancy Unit**.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

TRL 6–7.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

It is in the design phase of the moulds for the manufacture of the main parts, which have been already designed.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration.

IPR STAGE

The project is developed through a consortium of entities, each with their own knowledge.

COLÁGENO TERMOPLÁSTICO

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

Ekolber se dedica a la generación de bioplásticos de base colagénica biodegradables.

Con la parte interna de piel animal, se genera un intermedio que es capaz de comportarse como un plástico o un caucho, según la formulación y las condiciones de proceso, y que en su transformación final puede dar lugar a productos de características mecánicas muy diversas: similares a la de un plástico rígido o similares a las de gomas obtenidas con los cauchos de uso general.

La tecnología está protegida bajo patente internacional.

El material es inyectable, extrusable, y termoconformable, dando lugar a objetos de diferentes formas y tamaños capaces de sustituir en sus funciones a la de los plásticos y gomas tradicionales. Las propiedades finales de los productos obtenidos pueden ir desde 50 MPa de resistencia a la tracción y 80 Shore D de dureza (plástico rígido) hasta 5 MPa y 50 Shore A (gomas o cauchos).

El material es biodegradable, sumando valor ecológico a cada producto al que se aplica.

ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

TRL 5 – Tecnología validada en un entorno relevante.

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

En la actualidad, el material no se ha aplicado en el sector ferroviario.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D.

ESTADO DE LA IPR

- **PCT/ ES2011/070467** "Procedimiento de obtención de colágeno a partir de la piel de un animal".

THERMOPLASTIC COLLAGEN

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

Ekolber is dedicated to the generation of bio-plastics based on biodegradable collagen.

With the internal part of animal skin, an intermediate is generated that is capable of behaving like a plastic or a rubber, depending on the formulation and process conditions, and which in its final transformation can give products of very different mechanical characteristics: those of a rigid plastic or similar to those of rubber obtained with the rubbers of general use.

The technology is protected under international patent.

The material is injectable, extrudable, and thermoformable, giving objects of different shapes and modified sizes, capable of replacing traditional plastics and rubber in their functions.

The final properties of the products can range from 50 MPa of tensile strength and 80 Shore D hardness (rigid plastic) to 5 MPa and 50 Shore A (rubbers).

The material is biodegradable, adding ecological value to each product to which it is applied.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

TRL 5 – Technology validated in a relevant environment.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

Up to date, the material has not been used in the railway sector.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration.

IPR STAGE

- **PCT/ ES2011/070467** "Procedure for obtaining collagen from the skin of an animal".

ENTIDAD/ENTITY: AIMEN

DEPARTAMENTO/DEPARTMENT: Materials avanzados/Advanced materials

DIRECCIÓN/ADDRESS: Polígono Industrial de Cataboi, SUR-PPI-2 (Sector 2), Parcela 3, 36418, O Porriño, Pontevedra, Spain

WEBSITE: www.aimen.es

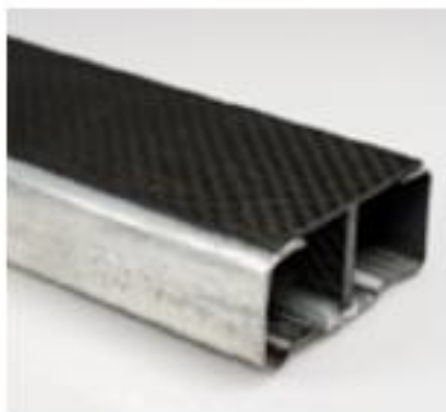
CONTACTO/CONTACT: Pablo Romero Rodríguez (pablo.rodriguez@aimen.es)



COMPOSITES TERMOPLÁSTICOS Y ESTRUCTURAS MULTIMATERIAL

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

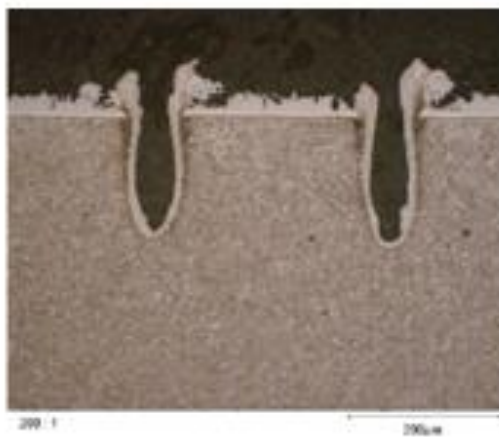
AIMEN desarrolla estructuras ligeras para reducir el consumo de energía en el sector transporte, incluyendo el sector ferrocarril. AIMEN desarrolla soluciones multi-material de alto rendimiento, sostenibles y multifuncionales, basadas en el empleo de material compuesto termoplástico y termoestable. Los posibles procesos, dependiendo de la tipología de material son VARI, RTM, press forming, ATL, AM y unión adhesiva. Nuestra actividad se divide en: desarrollo de materiales poliméricos avanzados, sistemas multi-material, procesos avanzados de fabricación de composites termoplásticos y termoestables, control y monitorización de procesos de fabricación de composites, soluciones de materiales / recubrimientos para condiciones extremas, tratamiento de superficies con láser, fabricación aditiva, fabricación automatizada de composites (ATL de TS, TP y fibra seca, corte láser, robotización, etc.) y desarrollo de materiales inteligentes. AIMEN también desarrolla sistemas integrados de monitorización de salud estructural y monitorización de fabricación de composites (termoplásticos y termoestables) basados en sensores de fibra óptica desarrollados y calibrados a medida para este tipo de procesos.



MULTIMATERIAL STRUCTURES AND THERMOPLASTIC COMPOSITES

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

AIMEN develops lightweight structures to reduce energy consumption in transport, including the railway sector. AIMEN develops multi-material solutions of high performance, sustainable and multifunctional materials, based on the use of thermoset and thermoplastic composites. Available processes, depending on the type of material are VARI, RTM, press forming, ATL, AM and adhesive bonding. Our activity is divided into: development of advanced polymeric materials, multi-material systems, advanced manufacturing processes of thermoplastic and thermoset composites, control and monitoring of composites manufacturing processes, material solutions / coatings for extreme conditions, surface treatment with laser, additive manufacturing, automated composites manufacturing (TS ATL, TP and dry fibre, laser cutting, robotization, etc.) and development of intelligent materials. AIMEN also develops integrated structural health monitoring and composite manufacturing monitoring systems (thermoplastics and thermosets) based on fibre optic sensors developed and calibrated to measure for this type of process.



ENTIDAD/ENTITY: AIMEN

DEPARTAMENTO/DEPARTMENT: Materials avanzados/Advanced materials

DIRECCIÓN/ADDRESS: Polígono Industrial de Cataboi, SUR-PPI-2 (Sector 2), Parcela 3, 36418, O Porriño, Pontevedra, Spain

WEBSITE: www.aimen.es

CONTACTO/CONTACT: Pablo Romero Rodríguez (pablo.rodriguez@aimen.es)



ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

AIMEN dispone de equipos de laboratorio y semi-industriales que le permiten partir de los TRLs más bajos (TRL 2-4) hasta validación pre-industrial o en un entorno que simule en ambiente de implantación industrial (TRL 5-6).

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

AIMEN participa en proyectos I+D del sector ferroviario en el que se estudia la introducción de los materiales compuestos, sistemas multimaterial, fabricación aditiva, sensórica embebida y automatización de procesos. Se dispone de equipamiento para la realización de pruebas a escalas representativas.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D.

ESTADO DE LA IPR

No aplica.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

AIMEN has laboratory and semi-industrial equipment that allow starting from the lowest TRLs (TRL 2-4) to pre-industrial validation or in an environment that simulates in an industrial implementation environment (TRL 5-6).

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

AIMEN participates in R&D projects of the railway sector in which the introduction of composite materials, multimaterial systems, additive manufacturing, sensor embedding and process automation is studied. Equipment is available for testing at representative scales.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration.

IPR STAGE

It does not apply.

COMPUESTOS ELASTOMÉRICOS SOSTENIBLES CON CAPACIDAD AUTORREPARADORA COMO ELEMENTOS DE SUJECCIÓN Y DISPOSITIVOS DE SUSPENSIÓN

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

El objetivo de este trabajo es desarrollar materiales elastoméricos autorreparables destinados a ser utilizados tanto en las vías ferroviarias como en piezas estructurales. Estos materiales se emplearán en dos sistemas concretos: la almohadilla usada en los elementos de sujeción de la vía, y en dispositivos de suspensión. La capacidad autorreparadora de los materiales desarrollados permitirá reparar piezas in-situ dentro del sistema ferroviario sin la intervención obligada de un operario. Este desarrollo repercutirá en la competitividad y eficiencia del sector, al alargar el ciclo de vida útil y reducir tanto costes de mantenimiento como los desechos de los materiales elastoméricos; además aportará beneficios a la sociedad al introducir materiales innovativos empleando conceptos vanguardistas con concienciación medioambiental. La viabilidad de este proyecto ha sido analizada por el Grupo a través de estudios preliminares en elastómeros autorreparables, garantizando alcanzar un TRL6-7 al final de este.

SUSTAINABLE ELASTOMERIC COMPOSITES WITH SELF-HEALING CAPABILITY AS FASTENING COMPONENTS AND SUSPENSION DEVICES

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

The objective of this work is to develop self-healing elastomeric materials to be used in railways as well as in structural devices. These materials will be used specifically in two systems: fastening rail pads, and suspension elements. The self-healing capability of the materials herein developed will enable to repair components in-situ without mandatory intervention of workers. This development will have an effect on the competitiveness and efficiency of the railway sector, extending the lifetime cycle and reducing maintenance costs as well as elastomeric materials waste; it will provide society with benefits from introducing innovative environmentally friendly materials using cutting-edge concepts. Our Group has analyzed the feasibility of this project through preliminary studies on self-healing elastomers, guaranteeing reaching a TRL6-7 after conclusion.



ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

Los materiales autorreparables representan la vanguardia de los desarrollos recientes en química

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

Self-healing materials are part of the recent cutting-edge developments in materials chemistry

e ingeniería de materiales. Al ser idóneos para reparar daños localizados de una manera más o menos independiente, constituyen una alternativa eficiente para extender el ciclo de vida regular de los productos que se fabrican con dichos materiales, así como para reducir la cantidad de desechos que se generan. A su vez, permiten reducir costes de mantenimiento y reparación. El Grupo de Compuestos Poliméricos ha apostado por el desarrollo de estos materiales, logrando eficiencias de reparación superiores al 70 % en matrices elastoméricas como el caucho natural, caucho estireno-butadieno, caucho natural epoxidado y caucho nitrilo; y alcanzando un nivel de madurez tecnológica TRL de 2-3. Dentro del sector transporte, se han desarrollado materiales autorreparables aptos para automoción o aeronáutica. En el campo ferroviario, sin embargo, no se tiene conocimiento acerca de su uso. Por ende, el desarrollo de materiales capaces de reparar daños de manera cuasi espontánea y que estén destinados a aplicaciones concretas, se convierte en una necesidad vigente del sector ferroviario.

El objetivo es desarrollar compuestos elastoméricos inteligentes con capacidad autorreparadora para su utilización en el sector ferroviario. El trabajo contribuirá al avance de este sector en puntos claves como la sostenibilidad, y permitirá un desarrollo aplicado y de interés social de la I+D+i. La composición del grupo de investigación, la complementariedad en sus capacidades y la colaboración con empresas del sector nos permitirán desarrollar el trabajo de una forma integral, demostrando la tecnología desarrollada en un entorno industrialmente relevante y alcanzando un nivel de madurez tecnológica de TRL 6-7. Se pretende reparar daños comunes presentes en piezas elastoméricas de sujeción (vía ferroviaria) y de suspensión (material rodante), tales como daños por fatiga y/o superficiales. Se desarrollarán elastómeros reforzados con nanopartículas de carbono cuya estructura química posea enlaces reversibles. Estos

and engineering. They are suitable for repairing localized damages in a more or less independent way; hence, they represent an efficient alternative for extending the regular lifecycle of the products fabricated with this kind of materials, as well as for reducing the amount of waste that is generated. They also enable reducing maintenance and repairing costs. The Polymer Composite Group is making a bet on the development of these materials, achieving healing efficiencies higher than 70 % in elastomeric matrices such as natural rubber, styrene-butadiene rubber, epoxidized natural rubber and nitrile rubber; reaching a technological readiness level of 2-3. Self-healing materials have been developed within the transport sector for automotive or aeronautical applications. Nonetheless, there is no knowledge on the use of these materials in the railway field. Therefore, the development of materials that are able to repair damage in a quasi-spontaneous manner and that can be used in specific applications is an urgent need for the railway sector.

The objective is to develop smart elastomeric compounds with self-healing capability for the railway sector. This work will contribute to the progress of this sector in strategic key points such as sustainability; and it will enable to conduct an applied development with social interest. The composition of our research group, our complimentary skills and the collaboration with industrial partners will permit us to develop the work unreservedly, demonstrating the technology in an industrially relevant environment and reaching a technology readiness level of TRL 6-7. The aim is to repair common damages present in elastomeric fastening accessories (railway) and in suspension devices (rolling stock), such as fatigue and/or surface damage. We will develop elastomeric compounds reinforced with carbon nanoparticles and with a chemical structure based on reversible bonds. These bonds in the crosslinked network will confer healing capability to the rubber, while the nanoparticles will have a

ENTIDAD/ENTITY: INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE POLÍMEROS (ICTP-CSIC)
DEPARTAMENTO/DEPARTMENT: Grupo de compuestos poliméricos / Polimeric composites group
DIRECCIÓN/ADDRESS: C/ Juan de la Cierva 2, 28006 Madrid, Spain
WEBSITE: www.nanocomp.ictp.csic.es
CONTACTO/CONTACT: Marianella Hernández Santana (marherna@ictp.csic.es)



enlaces en la red entrecruzada le conferirán propiedades autorreparadoras al caucho, mientras que la presencia de las nanopartículas tendrá una doble función: mejorar las propiedades mecánicas del compuesto y actuar como agente promotor de la reparación. La excelente conductividad eléctrica de las nanopartículas le permitirá transferir el calor por efecto Joule a la matriz, generando la energía suficiente para que se lleve a cabo la reparación in-situ. Asimismo, se añadirá polvo de desechos elastoméricos provenientes del sector ferroviario como refuerzo sostenible, otorgándole una segunda vida útil a sus desechos.

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

Las sujeciones autorreparables se presentan como un avance tecnológico revelador ofreciendo una ventaja competitiva a nivel de mantenimiento. Estas piezas se podrán reparar y usar de nuevo, en lugar de desecharlas. El proceso de reparación in-situ es un valor añadido adicional, ya que elimina la necesidad inminente de desmontar las piezas de sujeción, reduciendo los costes de mantenimiento. La renovación de material rodante es otra de las necesidades del sector ferroviario. Los elastómeros autorreparables empleados en piezas de suspensión representan una solución a medida para ampliar la vida útil del material rodante y reducir al mínimo el tiempo en taller. La novedad tecnológica de este proyecto queda claramente evidenciada, ya que no existe en la actualidad ningún estudio reportado sobre materiales elastoméricos autorreparables destinados al sector ferroviario. Para su consecución, se busca un socio que valide la implantación de la tecnología a nivel industrial.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D, Búsqueda de socios para exportar la tecnología.

ESTADO DE LA IPR

La tecnología no está protegida.

double function; to improve the mechanical properties of the compound, and to act as a healing promotor agent. The excellent electrical conductivity of the nanoparticles will enable heat transfer to the matrix thanks to the Joule effect, generating enough energy for healing to take place in-situ. We will also add ground elastomeric waste from the railway sector as sustainable filler, giving their waste a second lifecycle.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

Self-healing fastening components appear as a revealing technological progress that offers competitive advantages from the maintenance point of view. These pieces will be repaired and put in operation again, instead of discarding them. The in-situ healing process is an added benefit, since it eliminates the mandatory need of dismantling fastening systems, and thus reducing maintenance costs. The renewal of rolling stock is another need of the railway sector. Self-healing elastomers used in suspension devices represent a tailor made solution to extend the lifetime of the rolling stock, reducing as well their time out of service. The technological novelty of this project is clearly evidenced, since there is no reported study on self-healing elastomeric materials intended to be used in the railway sector. For its consecution, the research group searches an industrial partner that validates the implementation of the technology at industrial level.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration, Partner search to export the technology.

IPR STAGE

This technology is not protected.

COMPOSITES TERMOPLÁSTICOS DE FIBRA LARGA

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

Los composites termoplásticos se definen como composites cuya matriz es un polímero termoplástico reforzado por fibras largas que pueden ser de carbono, vidrio, basalto, polímero o fibras naturales. Sus principales beneficios son: A) Alta resistencia mecánica sin perder ductilidad: La incorporación de fibras de gran longitud permite obtener alta rigidez, sin comprometer la resistencia al impacto tal y como ocurre con el refuerzo con fibras cortas. B) Adaptables a diferentes procesos de fabricación: inyección, compresión o deposición automática de fibra. C) Tiempos de ciclo de fabricación cortos permitiendo altos volúmenes de producción. D) Combinación con otros materiales componiendo materiales híbridos de menor coste según los requisitos de cada pieza. F) Economía circular: la ventaja de los composites termoplásticos con respecto a los tradicionales termoestables es que son fácilmente reciclables.

LONG FIBRE THERMOPLASTIC COMPOSITES

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

Thermoplastic composites are defined as composites composed by a thermoplastic matrix, which is reinforced by long fibres as carbon, glass, basalt, polymer or natural fibers. Its main benefits are: A) High mechanical resistance without losing ductility: The incorporation of high-length fibres allows to obtain high stiffness, without compromising impact resistance as is the case with short fibre reinforcement. B) Adaptable to different manufacturing processes: injection, compression or automatic fibre deposition. C) Short manufacturing cycle times allowing high production volumes. D) Combination with other materials composing hybrid materials of lower cost according to the requirements of each piece. F) Circular economy: the advantage of thermoplastic composites with respect to traditional thermosets is that they are easily recyclable.

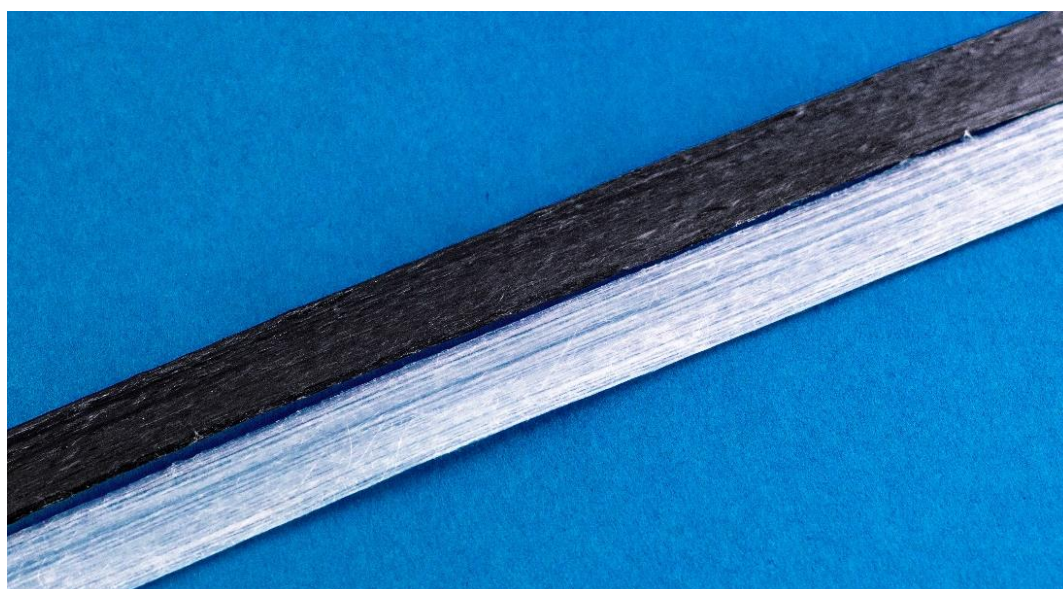


Figure 2. AIMPLAS UD-tapes.

ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

TRL 4-5, AIMPLAS ha desarrollado su propia línea de planta piloto para ofrecer a las empresas la

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

TRL 4-5, AIMPLAS has developed its own pilot plant line to offer companies the opportunity to develop

ENTIDAD/ENTITY: AIMPLAS

DEPARTAMENTO/DEPARTMENT: Movilidad Sostenible y del Futuro

DIRECCIÓN/ADDRESS: C/ Gustave Eiffel 4, 46890, Parque Tecnológico de Paterna, Valencia, Spain

WEBSITE: www.aimplas.es

CONTACTO/CONTACT: Begoña Galindo Galiana (bgalindo@aimplas.es)



oportunidad de desarrollar y customizar los composites termoplásticos, pudiendo obtener composites termoplásticos en el formato de pelet (LFT) o cinta (UD-TAPE).

and customize thermoplastic composites, being able to obtain thermoplastic composites in the pellet (LFT) or tape format (UD-TAPE).

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

Los materiales se han estudiado para el sector automoción y aeronáutico y serían transferibles al sector ferroviario.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

Materials have been studied for the automotive and aeronautical sector and can be transferred to the railway sector.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration.

ESTADO DE LA IPR

Know-how, secreto industrial.

IPR STAGE

Know-how, industrial secret.

DESARROLLO DE SISTEMAS DE CURADO AVANZADOS EN COMPOSITES MEDIANTE TECNOLOGÍAS MICROONDAS (MW)

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

Los procesos convencionales de curado de composites suponen ciclos de curado largos y costes elevados asociados al consumo eléctrico y costes recurrentes por el uso de numerosos utillajes. Además, estos sistemas de calentamiento pueden ocasionar defectos tipo “hot-spots” debido al calentamiento no volumétrico en el composite. Ante este inconveniente, AIMPLAS ha desarrollado un sistema innovador para el curado de composites de matriz polimérica mediante microondas para abordar uno de los grandes retos del sector ferroviario en composites: la disminución de los costes recurrentes mediante un proceso de curado de composites robusto y eficiente. Los beneficios potenciales de esta tecnología son:

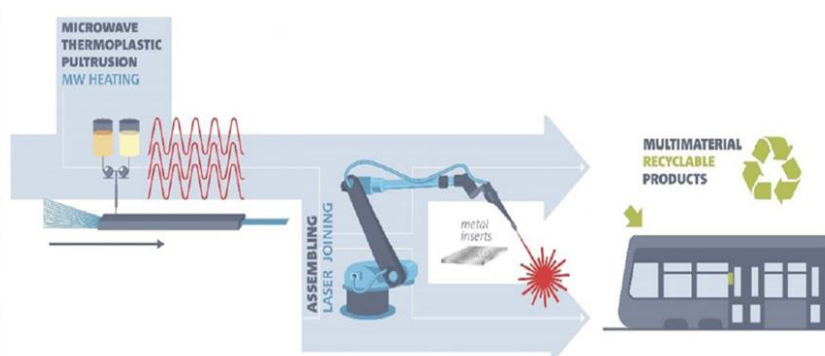
- Reducción del tiempo de ciclo en un 40%, permitiendo aumentar la productividad y la eficiencia.
- Calentamiento volumétrico de las piezas del 95%.
- Reducción del scrap del material y el consumo de materias primas hasta un 40%.
- Ahorro de al menos el 30% en la fabricación de utillaje.
- Menor emisión de COVs, con las consiguientes ventajas para el medioambiente y la salud de los trabajadores.

DEVELOPMENT OF ADVANCED CURING SYSTEMS IN COMPOSITES WITH MICROWAVE (MW) TECHNOLOGIES

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

Nowadays, conventional composite curing processes mean long curing cycles and high related costs among the electricity consumption and recurring costs due to the use of large number of tools. In addition, these heating systems can produce some hot-spot defects due to non-volumetric heating in the composite part. In order to face these drawbacks, AIMPLAS has developed an innovative system for curing polymer matrix composites using microwaves. Thanks to this fact, one of the major challenges of the railway sector in composites will be addressed: reduction of recurring costs through a robust and efficient composite curing process. The potential benefits of this technology are the following:

- Reduction of cycle time by 40%, which will increase the productivity and efficiency.
- Volumetric heating part by 95%.
- Reduction of material scrap and consumption of raw materials up to 40%.
- Saving tools at least 30%.
- Lower emission of VOCs, which have great advantages for the environment and the health of workers.



ENTIDAD/ENTITY: AIMPLAS

DEPARTAMENTO/DEPARTMENT: Movilidad Sostenible y del Futuro

DIRECCIÓN/ADDRESS: C/ Gustave Eiffel 4, 46890, Parque Tecnológico de Paterna, Valencia, Spain

WEBSITE: www.aimplas.es

CONTACTO/CONTACT: Begoña Galindo Galiana (bgalindo@aimplas.es)



ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

TRL7: Demostración del prototipo del sistema en un entorno operativo.

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

AIMPLAS tiene una planta piloto dedicada al curado de composites mediante microondas (MW). Algunos de los proyectos asociados a este desarrollo son los siguientes:

- CODE, MAC-RTM, WAVECOM, COALINE, **RECOTRANS** (GA nº 768737)*, FAMACOM

El proyecto **RECOTRANS** integrará tecnologías innovadoras de fabricación de composites como la radiación microondas (MW) y unión laser en líneas de producción de pultrusión para conseguir multi-materiales compuestos reciclables adecuados para el sector ferroviario a altos ratios de producción: 2 m/min para pultrusión (hasta 50% de reducción en el tiempo de polimerización), lo que reduce el coste y el consumo de energía en comparación con los procesos actuales para curado de materiales compuestos.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Acuerdo comercial, Colaboración de I+D.

ESTADO DE LA IPR

Esta tecnología está basada en una patente en colaboración con el Instituto Tecnológico Fraunhofer ICT: **EP2046093** "Método y dispositivo para calentar materiales de forma homogénea por medio de radiación electromagnética de alta frecuencia".

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

TRL7: system prototype demonstration in operational environment.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

AIMPLAS has a dedicated pilot-plant for composite curing with microwaves (MW). Some of the projects related to this technology can be listed as follow:

- CODE, MAC-RTM, WAVECOM, COALINE **RECOTRANS** (GA nº 768737)*, FAMACOM

RECOTRANS project will integrate unconventional manufacturing technologies such as (microwave) MW radiation and laser joining in pultrusion production lines to be able to obtain cost-effective recyclable multi-material composites suitable for the railway sector at high production rates: 2 m/min for pultrusion (up to 50% reduction in polymerization time), reducing cost and energy consumption compared to the current composites materials curing process.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

Commercial agreement, R&D collaboration.

IPR STAGE

This technology is based on a patent in collaboration with the Fraunhofer ICT Institute of Technology: **EP2046093** "Method and device for heating materials homogeneously by means of high frequency electromagnetic radiation".

SOLUCIONES IGNÍFUGAS A MEDIDA

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

AIMPLAS desarrolla soluciones ignífugas a medida cubriendo diferentes puntos del desarrollo: desarrollo de nuevos aditivos ignífugos, polímeros intrínsecamente ignífugos, integración en resinas termoestables y termoplásticas, evaluación de la respuesta al fuego de los materiales desarrollados y estudio de reciclabilidad y LCA.



CUSTOMIZED FLAME RETARDANT SOLUTIONS

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

AIMPLAS develops flame retardant solutions covering different development points: development of new additive additives, intrinsically flame retardant polymers, integration in thermosetting and thermoplastic resins, evaluation of the response to fire of the developed materials and study of recyclability and LCA.

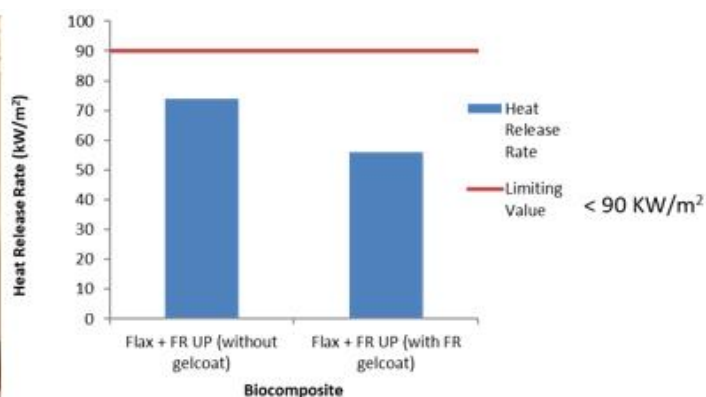


Figure 3. EN45545 "Railway applications - Fire protection on railway vehicles".

ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

TRL 4-5, desarrollos realizados en el marco de proyectos propios, europeos o consorciados en los que se ha reformulado la matriz para cumplir los requisitos al fuego.

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

Se han validado formulaciones ignífugas de paneles termoplásticos y termoestables para interiores de cabina en sector ferroviario.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D.

ESTADO DE LA IPR

Know-how de AIMPLAS y secreto industrial.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

TRL 4-5, developments carried out within the frame of European and collaborative projects apart from AIMPLAS own developments, in which the polymer matrix was reformulated in order to comply with fire requirements.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

Thermoplastic and thermoset flame retardant solutions have been validated for rail cabin interiors.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration.

IPR STAGE

AIMPLAS know-how, industrial secret.



TOPES LATERALES DE DESLIZAMIENTO EN POLIURETANO MICROCELULAR Y AMORTIGUADORES ANTIVIBRATORIOS PARA LOS SISTEMAS HVAC DE LOS TRENES

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

Sistemas antivibratorios que garantizan un correcto funcionamiento de los equipos, evitando la pérdida de potencia y reduciendo el número de averías, aportando además, bienestar a las personas que trabajan en su entorno.

Estos soportes elásticos cónicos están diseñados para combinar grandes cargas con deformaciones relativamente grandes axialmente y controlar el movimiento en las tres direcciones.

Normalmente, se instalan con arandelas de centraje y de rebote para controlar y limitar el movimiento del equipo suspendido bajo la acción de sobrecargas y choques.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

Caucho Natural tipo NR o elastómero de alta calidad. Temperaturas de trabajo entre -40°C y $+70^{\circ}\text{C}$. Teniendo en cuenta las tolerancias de dureza en los elastómeros, las características mecánicas de estas series pueden presentar diferencias.

ANTIVIBRATION MOUNTS AND VIBRATION DAMPERS FOR THE HVAC SYSTEMS OF THE TRAIN

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

Anti-vibration systems that guarantee the correct functioning of the equipment, avoiding the loss of power and reducing the number of breakdowns, also providing well-being to people working in their environment.

These tapered elastic supports are designed to combine large loads with relatively large axially deformations and control movement in all three directions.

Normally, they are installed with centering and rebound washers to control and limit the movement of suspended equipment under the action of overloads and shocks.

TECHNICAL CHARACTERISTICS:

Natural rubber type NR or high quality elastomer. Working temperatures between -40°C and $+70^{\circ}\text{C}$. Taking into account the hardness tolerances in elastomers, the mechanical characteristics of these series may have differences.



ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

Tecnología ya comercializada.

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

Tecnología homologada y ya suministrada dentro del sector ferroviario.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Acuerdo comercial.

ESTADO DE LA IPR

No hay registro.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

Technology already in the market.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

Technology approved and already supplied within the railway sector.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

Commercial agreement.

IPR STAGE

No register.

RODAMIENTOS DE ALTA DURABILIDAD

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

Rodamientos con pistas recubiertas mediante tratamientos PVD que reducen la tasa de desgaste y contribuyen, por tanto, a alargar su vida útil.

ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

TRL 5.

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

Pruebas piloto en laboratorio, que se extenderán a ensayos en campo.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D.

ESTADO DE LA IPR

Know-how y secreto industrial.

HIGH DURABILITY BEARINGS

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

Bearings with coated tracks by means of PVD treatments that reduce the wear rate and therefore contribute to lengthen their useful life.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

TRL 5.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

Pilot tests in laboratory that will be extended to field tests.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration.

IPR STAGE

Know-how y secreto industrial.



Energía/Energy

ELECTRODOS LAMINADOS PARA BATERÍAS Y SU INTEGRACIÓN EN ESTRUCTURAS DE TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

IMDEA Materiales e IMDEA Energía han desarrollado métodos para la fabricación e integración de electrodos de batería en el entorno de elementos estructurales utilizados en el transporte. La base de esta tecnología son electrodos de batería flexibles y laminados que se pueden adaptar a formas 3D complejas, combinadas con electrolitos sólidos patentados que permiten el procesamiento de componentes y aumentan la seguridad contra incendios. Nuestros materiales y dispositivos están diseñados teniendo en cuenta los requisitos específicos del sector del transporte.

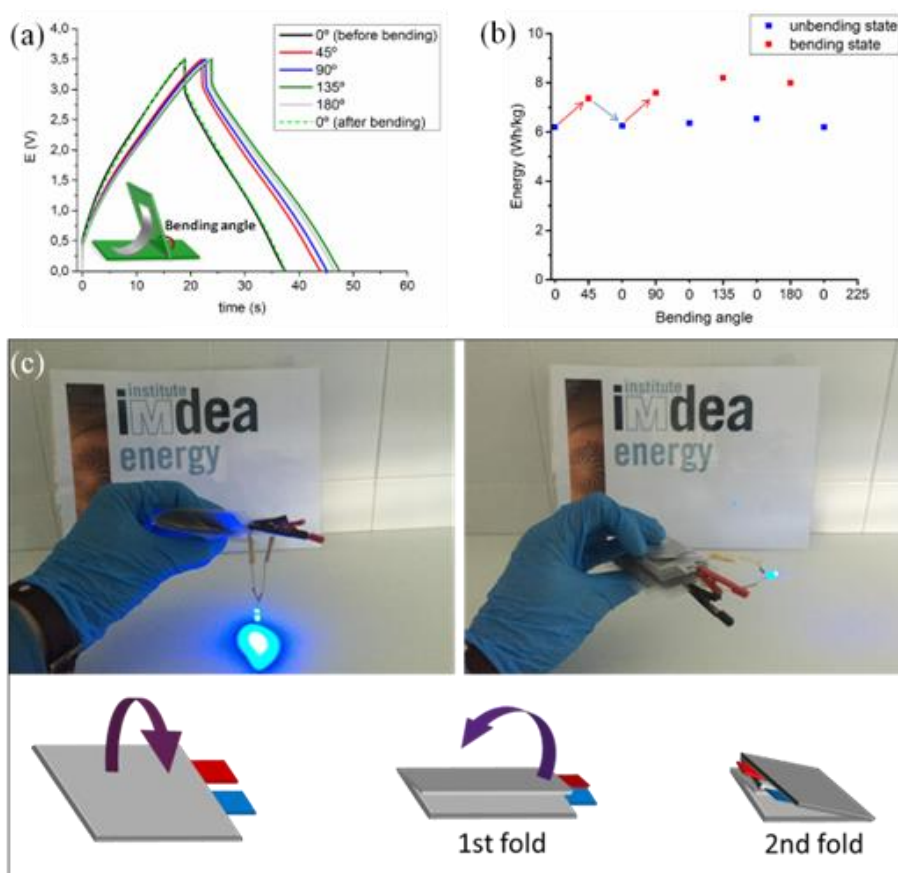
Más Información.

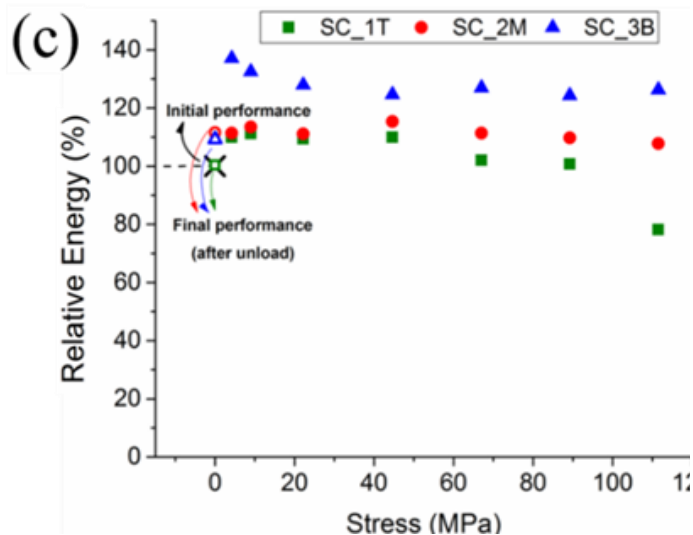
LAMINATED BATTERY ELECTRODES FOR INTEGRATION IN TRANSPORT STRUCTURES

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

IMDEA Materials and IMDEA Energy have developed methods for the fabrication and integration of battery electrodes in the environment of structural elements used in transport. The basis of this technology are laminated, flexible battery electrodes that can be adapted to complex 3D shapes, combined with proprietary solid electrolytes that enable processing of components and increase fire safety. Our materials and devices are designed taking into account specific requirements of the transport sector.

More information.





ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

Estas tecnologías se encuentran actualmente en TRL3–4, bajo validación en sectores de transporte específicos. Los procesos son escalables y las materias primas están disponibles comercialmente.

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

Preveo oportunidades para la integración de elementos de almacenamiento de energía en componentes ferroviarios para la reducción de peso, la energía distribuida y otros conceptos emergentes derivados de una mayor electrificación. La experiencia previa en los sectores de automoción y aeroespacial es fácilmente transferible al sector ferroviario.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D.

ESTADO DE LA IPR

IMDEA Materiales e IMDEA Energía tienen patentes asociadas con respecto a la fabricación de materiales, electrodos y estructuras multifuncionales para el almacenamiento de energía.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

These technologies are currently at TRL3–4, under validation in specific transport sectors. Processes are scalable and raw materials are commercially available.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

We envisage opportunities for integration of energy storage elements in rail components for weight reduction, distributed power and other emerging concepts arising from increased electrification. Previous expertise in the automotive and aerospace sectors is readily transferable to the rail sector.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration.

IPR STAGE

IMDEA Materiales and IMDEA Energy have associated patents with respect to the fabrication of materials, electrodes and multifunctional structures for energy storage.

VENTANAS SOLARES PARA MÓDULOS INDEPENDIENTES

SOLAR WINDOWS FOR INDEPENDENT MODULES

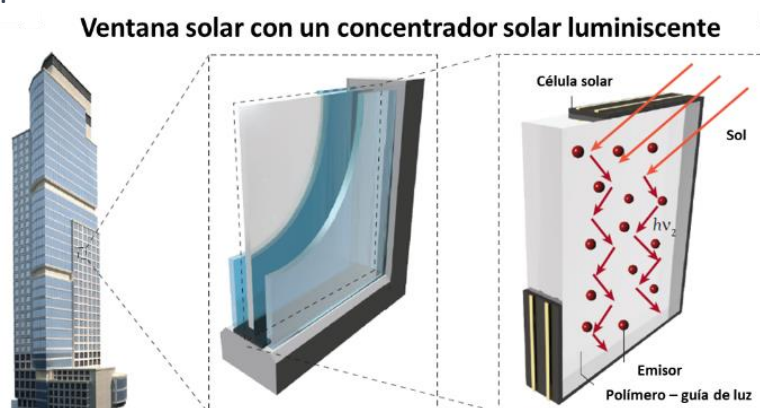
DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

Las ventanas solares consisten en un sistema de triple capa de vidrio en el que un concentrador solar luminiscente (CSL) reemplaza la capa interior (Figura). El CSL es un panel semitransparente que consiste en una matriz polimérica que actúa como guía de la luz emitida por un compuesto luminiscente excitado por la luz solar. El CSL redirige la luz emitida hasta las células solares localizadas en sus bordes generando electricidad. De esta forma las ventanas son productores y distribuidores de electricidad sin afectar a la estética.

El problema de los CSL es la falta de emisores con altas ϕ y un desplazamiento de Stokes entre 100-200 nm que sean estables bajo irradiación solar constante y que sean compatibles con las matrices poliméricas. Además, la EU Sustainable Development Strategy Commission ha pedido que se redoblen esfuerzos para mejorar los CSL usando componentes baratos, sostenibles y respetuosos con el medioambiente.

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

Solar windows consist of a triple layer glass system in which a luminescent solar concentrator (CSL) replaces the inner layer (Figure). The CSL is a semi-transparent panel consisting of a polymer matrix that acts as a guide for the light emitted by a luminescent compound excited by sunlight. The CSL redirects the light emitted to the solar cells located at its edges generating electricity. In this way, the windows are producers and distributors of electricity without affecting aesthetics. The problem of CSLs is the lack of emitters with high ϕ and a Stokes shift between 100-200 nm that are stable under constant solar irradiation and that are compatible with polymeric matrices. In addition, the EU Sustainable Development Strategy Commission has called for more efforts to improve CSLs using cheap, sustainable and environmentally friendly components.



La solución propuesta es utilizar proteínas fluorescentes (PF) que combinan coeficientes de extinción molar elevados ($\epsilon > 10^4-10^5 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$), altos rendimientos de emisión ($\phi=30-70\%$) y desplazamientos de Stokes $>100 \text{ nm}$. Otro aspecto relevante es su producción usando *E. coli*, que es ilimitada y está perfectamente optimizada. Asimismo, la producción de PF es muy barata ya que no se necesita purificar para su uso en

The proposed solution is to use fluorescent proteins (PF) that combine high molar extinction coefficients ($\epsilon > 10^4-10^5 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$), high emission yields ($\phi = 30-70\%$) and Stokes displacements $> 100 \text{ nm}$. Another relevant aspect is its production using *E. coli*, which is unlimited and perfectly optimized. Likewise, the production of PF is very cheap since it is not necessary to purify it for use in lighting

tecnologías de iluminación y no generan ningún residuo tóxico al degradarse.

technologies and they do not generate any toxic waste when degraded.

ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

Actualmente se encuentra en TRL 3-4 con eficiencias de conversión 4-5 % y estabildades de varias semanas.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

We are in TRL 3-4 with solar-to-energy conversion efficiencies around 4-5 % and stabilities of several weeks.

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

Este desarrollo no se ha implantado todavía en el sector ferroviario, sí se han realizado diferentes pruebas a nivel de laboratorio. Estos demuestran la robustez de la tecnología y su potencial de aplicabilidad en diferentes sectores.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

This concept has not been implemented in the railway sector, but we have carried out lab tests that indicate its excellent prospect in several sectors.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration.

ESTADO DE LA IPR

- Familia de patentes: **WO2016203028A1**; **EP15173026.4**; **JP2018521125A**; **KR20180032568A**; **CN108028302A**; **US20180171032A1**.
- Patente: **WO2019/115525A1**.

IPR STAGE

- Patent family: **WO2016203028A1**; **EP15173026.4**; **JP2018521125A**; **KR20180032568A**; **CN108028302A**; **US20180171032A1**.
- Patent: **WO2019/115525A1**.

PANELES AUTO-CALEFACTABLES

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

Paneles de calefacción radiante producidos por procesos convencionales de transformación de plásticos y basados en compuestos termoplásticos conductores. El panel se calienta gracias al efecto Joule, o calentamiento resistivo, por el cual un material conductor eléctrico se calienta al aplicar una corriente eléctrica. Estos paneles pueden ser empleados como sistema de calefacción en diferentes sectores tales como el ferroviario. Los paneles pueden ser obtenidos por extrusión, inyección o moldeo por compresión y posteriormente conformados para poder adaptarse a diferentes geometrías. Su principal ventaja es su bajo consumo energético con respecto a sistemas convencionales de calefacción (30% reducción consumo energético) y mejora en el confort térmico.



SELF-HEATING PANELS

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

Radiant heating panels produced by conventional processes of transformation of plastics and based on thermoplastic conductive compounds. The panel is heated by the Joule effect, or resistive heating, by which an electrical conductive material is heated by applying an electric current. These panels can be used as a heating system in different sectors such as the railway. The panels can be obtained by extrusion, injection or compression molding and subsequently shaped to adapt to different geometries. Its main advantage is its low energy consumption with respect to conventional heating systems (30% reduction in energy consumption) and improvement in thermal comfort.



ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

TRL 7 – validado para vehículo eléctrico.

IMPLANTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN EL SECTOR FERROVIARIO

Las láminas térmicas termoplásticas han sido validadas para el sector del automóvil en vehículos reales en cámara climática. El siguiente paso será

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

TRL 7 – validated for electric vehicles.

DEPLOYMENT OF THE TECHNOLOGY IN THE RAILWAY SECTOR

The thermoplastic heated sheets have been validated for the automotive sector in real vehicle in climatic chamber. The next step will be to

ENTIDAD/ENTITY: AIMPLAS

DEPARTAMENTO/DEPARTMENT: Movilidad Sostenible y del Futuro

DIRECCIÓN/ADDRESS: C/ Gustave Eiffel 4, 46890, Parque Tecnológico de Paterna, Valencia, Spain

WEBSITE: www.aimplas.es

CONTACTO/CONTACT: Begoña Galindo Galiana (bgalindo@aimplas.es)



validar su empleo en el ferrocarril adaptando el tamaño y los requisitos electrónicos.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Acuerdo comercial, Colaboración de I+D.

ESTADO DE LA IPR

P201830593 "Panel calefactable y procedimiento de fabricación del mismo"

validate their employment in the railway sector adapting the size and electronic requirements.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

Commercial agreement, R&D collaboration.

IPR STAGE

P201830593 "Heated panel and its manufacturing procedure"

IV

Fabricación/Manufacturing

FABRICACIÓN ADITIVA (IMPRESIÓN 3D) DE METALES **ADDITIVE MANUFACTURING (3D PRINTING) OF METALS**

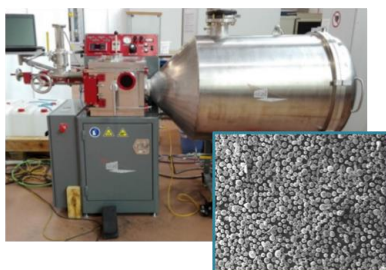
DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

La fabricación aditiva (FA) o impresión 3D de metales está abriendo perspectivas extraordinarias. Los beneficios son numerosos: uso reducido de materiales, menores costos de herramientas, automatización, reducción de existencias, creación rápida de prototipos, personalización, mayor complejidad geométrica ... La iniciativa estratégica de IMDEA Materiales en la fabricación aditiva con tolerancia al daño, aprovecha su experiencia en ciencia de materiales con herramientas experimentales y computacionales para lograr FA de materiales tolerantes al daño. Los experimentos se basan en el diseño de aleaciones (metalurgia física), producción de materia prima (atomización por gas), fusión selectiva por laser en lecho de polvo metálico (Renishaw AM400), simulación física de solidificación y tratamiento térmico (Gleeble 3800), caracterización avanzada (microscopía electrónica, imágenes de rayos X, difracción) y pruebas mecánicas desde nano a macroescala. Las simulaciones incluyen termodinámica computacional (CalPhaD), modelado de procesos (elementos finitos, campo de fase) y mecánica microestructural (plasticidad cristalina, homogeneización).

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

Additive manufacturing (AM) or 3D printing of metals is opening extraordinary perspectives. Benefits are numerous: reduced use of materials, lower tooling costs, automation, reducing stocks, rapid prototyping, customization, greater geometrical complexity... IMDEA Materials' strategic initiative on damage-tolerant additive manufacturing leverages its expertise in materials science with experimental and computational tools to achieve AM of damage-tolerant materials. Experiments rely on alloy design (physical metallurgy), feedstock production (gas atomization), powder-based selective laser melting (Renishaw AM400), physical simulation of solidification and heat treatment (Gleeble 3800), advanced characterization (electron microscopy, X-ray imaging, and diffraction) and mechanical testing from nano to macroscale. Simulations include computational thermodynamics (CalPhaD), process modeling (finite elements, phase-field), and microstructural mechanics (crystal plasticity, homogenization).

Feedstock production



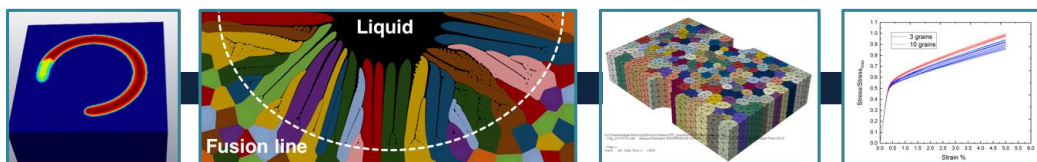
Selective Laser Melting



Physical simulation



Multiscale computational simulations



ENTIDAD/ENTITY: IMDEA MATERIALS INSTITUTE

DEPARTAMENTO/DEPARTMENT: Programa de diseño, procesado y desarrollo de aleaciones/Novel alloy design, processing and development programme

DIRECCIÓN/ADDRESS: C/ Eric Kandel 2, 28906, Getafe, Madrid, Spain

WEBSITE: www.materials.imdea.org

CONTACTO/CONTACT: Germán Infante (german.infante@imdea.org)



ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

IMDEA Materiales desarrolla soluciones innovadoras en fabricación aditiva de metales en TRL que generalmente varían de 2 a 5 dependiendo de la aplicación. Las actividades de investigación en curso en el Instituto incluyen, por ejemplo, proyectos internacionales "Optimización multiescala para la fabricación aditiva de MetaMateriales amortiguadores resistentes a la fatiga" (**MOAMMM, H2020 FET Open**), "Aleación innovadora de Al para piezas estructurales de aeronaves que utilizan tecnología de fabricación aditiva" (**ALFORAMA, H2020 Clean Sky 2**), "Eutéctica ultrafina por fabricación de aditivos láser" (**ELAM, M-era.Net 2**) y proyecto nacional "Entorno virtual para el diseño y fabricación del motor de turbina de avión" (**ENVIDIA, MINECO Retos Colaboración**).

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

Los primeros en adoptar las tecnologías de FA incluyen la aeronáutica (con piezas ya en vuelo impresas por 3D), la atención médica (por ejemplo, para implantes dentales o maxilofaciales personalizados) y el sector automotriz. En el ferrocarril, FA acaba de empezar a recibir atención en los últimos años. En este sector, donde se requieren componentes de alta calidad para mantener los trenes en las vías durante décadas, un beneficio clave de FA es la capacidad de imprimir piezas de repuesto cuya producción puede haberse interrumpido, de una manera más rápida y económica. Esta ventaja aborda la gran dependencia de los operadores en los fabricantes externos, que pueden no estar en el negocio cuando una pieza necesita ser reemplazada. Deutsche Bahn recientemente comenzó a usar la impresión 3D para reemplazar las piezas de sus flotas más antiguas que ya no están en producción a gran escala (por ejemplo, las primeras generaciones de trenes de alta velocidad ICE). La producción deslocalizada de herramientas personalizadas también ofrece grandes ventajas

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

IMDEA Materials develops innovative solutions in metal AM at TRL typically ranging from 2 to 5 depending on the application. Ongoing research activities at the Institute include, for instance, international projects "Multi-scale Optimisation for Additive Manufacturing of fatigue resistant shock-absorbing MetaMaterials" (**MOAMMM, H2020 FET Open**), "Innovative Al alloy For aircraft structural parts using Additive MAnufacturing technology" (**ALFORAMA, H2020 Clean Sky 2**), "Ultrafine eutectics by laser additive manufacturing" (**ELAM, M-era.Net 2**) and national project "Virtual environment for the design and manufacture of airplane turbine engine" (**ENVIDIA, MINECO Retos Colaboración**).

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

Early adopters of AM technologies include aeronautics (with 3D printed parts already flying), healthcare (e.g. for customized dental or maxillofacial implants), and the automotive sector. In railway, AM has just started receiving attention in recent years. In this sector, where high-quality components are required to keep trains on tracks for decades, a key benefit of AM is the ability to print spare parts of which the production may have been discontinued, in a faster and cheaper manner. This advantage addresses the heavy reliance of operators on external manufacturers, which may no longer be in business by the time a part needs replacing. Deutsche Bahn recently started using 3D printing to replace parts for their older fleets that are no longer in large-scale production (e.g. the first generations of ICE high-speed trains). The delocalized production of customized tools also holds great promises for time- and cost-efficient maintenance and repair. Like in other transportation sectors, the potential of AM is tremendous in reducing the weight of structural components through topological

ENTIDAD/ENTITY: IMDEA MATERIALS INSTITUTE

DEPARTAMENTO/DEPARTMENT: Programa de diseño, procesado y desarrollo de aleaciones/Novel alloy design, processing and development programme

DIRECCIÓN/ADDRESS: C/ Eric Kandel 2, 28906, Getafe, Madrid, Spain

WEBSITE: www.materials.imdea.org

CONTACTO/CONTACT: Germán Infante (german.infante@imdea.org)



(ahorros en coste y tiempo) en el mantenimiento y la reparación. Al igual que en otros sectores de transporte, el potencial de la FA es enorme en la reducción del peso de los componentes estructurales a través de la optimización topológica y el diseño de metamateriales, así como en el reemplazo de componentes ensamblados de varias partes por una única parte impresa (eliminando así la necesidad de uniones y reduciendo todavía más el peso).

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D y acuerdos de transferencia tecnológica

ESTADO DE LA IPR

Know-how y secreto industrial.

En esta etapa, las innovaciones de FA en IMDEA Materiales se han basado en configuraciones comerciales de FA y códigos de simulación desarrollados internamente (disponibles para otros agentes de I+D y empresas) dentro de los diferentes grupos de investigación.

Algunos artículos relacionados:

- G. Requena, y col. "Caracterización 3D y 4D de alta resolución de la formación de microestructuras en nuevas aleaciones de Ti para la fabricación aditiva". *Microscopía y Microanálisis* 25.S2 (2019) 384-385.
- Martín, C.M. Cepeda-Jiménez, M.T. Pérez-Prado. "Atomización gaseosa de polvo de aleación de γ -TiAl para la fabricación aditiva". *Materiales de ingeniería avanzada* (2019) 1900594.

optimization and metamaterial design, as well as in replacing assembled multi-parts components by one printed part (thus removing of typically weak joints and reducing weight further).

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration and technology transfer agreements

IPR STAGE

Know-how and industrial secret.

At this stage, AM innovations at IMDEA Materials have relied on commercial AM setups and simulation codes developed in house (available for other R&D entities and companies) within the different research groups.

Relevant research articles:

- G. Requena, et al. "High Resolution 3D and 4D Characterization of Microstructure Formation in Novel Ti Alloys for Additive Manufacturing." *Microscopy and Microanalysis* 25.S2 (2019) 384-385.
- Martín, C.M. Cepeda-Jiménez, M.T. Pérez-Prado. "Gas atomization of γ -TiAl Alloy Powder for Additive Manufacturing." *Advanced Engineering Materials* (2019) 1900594.

DISPOSITIVOS PARA OPTIMIZAR LA DOSIS DE GRASA EN CONTACTOS RUEDA-CARRIL

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

En este proyecto se realizó un estudio que muestra la relación entre el espesor de la película de aceite y el coeficiente de fricción dinámica.

En el resultado final del proyecto se ofrecerán dos tipos de soluciones:

- Dispositivos fijos en infraestructura.
- Dispositivos integrados.

En ambos casos, el sistema medirá, evaluará y, cuando corresponda, actuará proporcionando una dosis controlada de lubricante para el contacto entre rieles y ruedas cuando sea conveniente.

ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

TRL 2.

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

Pruebas piloto en laboratorio.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D.

ESTADO DE LA IPR

Know-how y secreto industrial.

DEVICES TO OPTIMIZE THE DOSE OF GREASE IN WHEEL-RAIL CONTACTS

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

In this project a study showing the relationship between the thickness of the oil film and the dynamic friction coefficient was done.

In the final result of the project two types of solutions will be offered:

- Fixed devices in infrastructure.
- Embedded devices.

In both cases, the system will measure, evaluate and, where appropriate, act by providing a controlled dose of lubricant for wheel-rail contact when convenient.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

TRL 2.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

Pilot tests in laboratory.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration.

IPR STAGE

Know-how and industrial secret.

DESARROLLO DE COMPONENTES HÍBRIDOS PLÁSTICO (O COMPOSITE)-METAL A TRAVÉS DE UNIÓN LASER

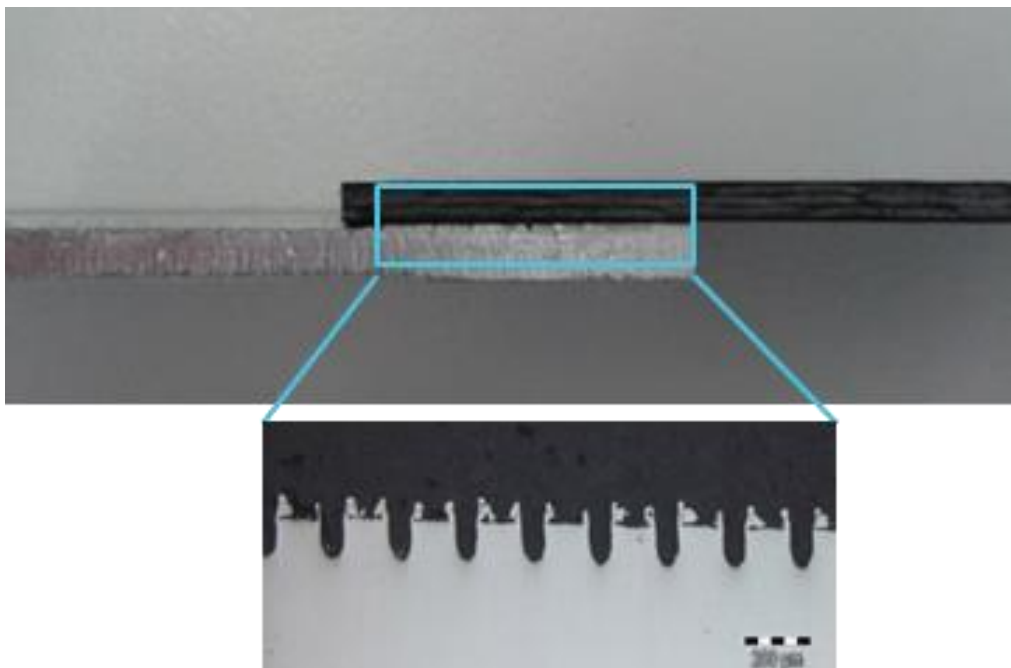
DEVELOPMENT OF HYBRID PLASTIC (OR COMPOSITE) -METAL COMPONENTS THROUGH LASER BONDING

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

A través de la modificación superficial con láser de una superficie metálica estructural se consiguen las cavidades que servirán como anclaje mecánico del termoplástico fundido durante la etapa de unión futura con láser u otra tecnología.

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

Through the surface modification, using laser, of a structural metal surface, the cavities that will serve as mechanical anchoring are achieved. Molten thermoplastic is bonded by laser or other technology.



ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

TRL 4.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

TRL 4.

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

Implantada en otros sectores pero no en el ferroviario.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

Deployed in other sectors but not in the railway.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration.

ESTADO DE LA IPR

Know-how y secreto industrial.

IPR STAGE

Know-how and industrial secret.

MECANIZADO CRIOGÉNICO DE ACEROS FERROVIARIOS EAIN

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

Se propone refrigeración criogénica mediante CO₂ en un proceso de fresado del material ferroviario EA1N. El objetivo es reducir la temperatura generada en el proceso, y en consecuencia la abrasión que se genera en las herramientas de corte. Para alcanzar el objetivo se ha diseñado una herramienta especial capaz de introducir fluidos criogénicos de manera interna en un porta-herramientas de fresado tipo plato con 5 plaquitas de corte. Se ha confirmado a escala pre-industrial la posibilidad de alargar vida de herramienta.

ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

Se dispone de un prototipo que ha funcionado correctamente a escala pre-industrial (TRL 4-5).

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

Pruebas a escala pre-industrial.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D.

ESTADO DE LA IPR

Know-how y secreto industrial.

RAILWAY STEEL EAIN CRYOGENIC MACHINING

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

Cryogenic cooling by CO₂ is proposed in a milling process of the EA1N rail material. The objective is to reduce the temperature generated in the process, and consequently the abrasion that is generated in the cutting tools. To achieve the objective, a special tool capable of introducing cryogenic fluids has been designed internally in a plate-type milling tool holder with 5 cutting plates. The possibility of extending tool life has been confirmed on a pre-industrial scale.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

A prototype is available that has worked correctly at a pre-industrial scale (TRL 4-5).

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

Pre-industrial scale tests.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration.

IPR STAGE

Know-how and industrial secret.

SIMULACIÓN NUMÉRICA. SIMULACIÓN DE PROCESOS Y DE COMPORTAMIENTO EN SERVICIO. CÁLCULOS TÉRMICOS, ESTRUCTURALES, ACOPLADOS Y FLUIDODINÁMICOS

NUMERICAL SIMULATION. PROCESS AND IN-SERVICE BEHAVIOUR SIMULATION. THERMAL, STRUCTURAL, COUPLED AND FLUID-DYNAMIC SIMULATION

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

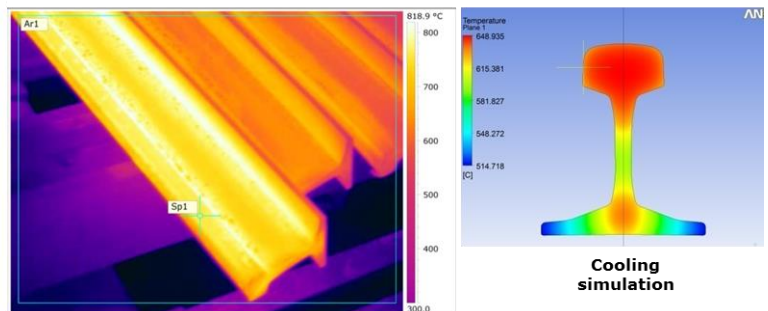
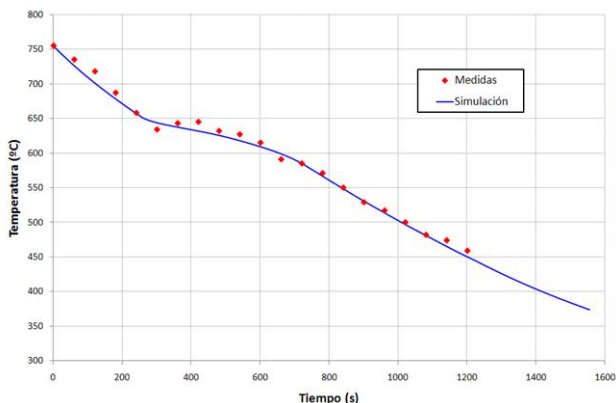
IDONIAL cuenta con conocimiento y experiencia en simulación de productos y procesos vinculados al sector ferroviario mediante el Método de Elementos Finitos (FEM). Entre otros aspectos, se especializa en: Simulación de la laminación en caliente de carril, endurecimiento de cabeza de carril, ruta de enfriamiento, mecánica de la fractura, etc.

El área de Ingeniería cuenta además con capacidades para la realización de cálculos térmicos, mecánicos y fluido-dinámicos (CFD).

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

IDONIAL has relevant knowledge and experience in process and product simulation related to the rail sector using the Finite Element Method (FEM). Some of the process include simulation of the Hot Rolling process, railhead hardening, cooling route, and fracture mechanics, among other.

The Engineering Department counts as well with capabilities for developing thermal, mechanical and fluid-dynamic (CFD) analysis.



ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

Respecto al TRL cabe destacar que la simulación se desarrolla utilizando software comerciales plenamente operativos, pudiendo realizar dichas simulaciones para las distintas escalas que sean necesarias (pieza, componente, estructura o proceso).

Dada la experiencia de más de 20 años de trabajo en esta temática, IDONIAL ofrece soluciones a problemas y desafíos presentes tanto a nivel de investigación como a nivel de industria.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

In relation with TRL, it is worth mentioning that simulation is performed using fully operational commercial software, being able to execute such simulations at different scales (pieces, components, structures or processes). Hence, the Department has more than 20 years of experience dealing with simulation, can offer solutions to challenges and problems present either at research or industrial level.

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

Las técnicas de simulación están presentes ya en la industria ferroviaria desde hace décadas, siendo una herramienta muy valiosa para la optimización de los procesos de fabricación y de condiciones en servicio. A modo de ejemplo, las técnicas de simulación para el proceso de laminación de carril ha permitido optimizar la producción de dicho producto siderúrgico y desarrollar nuevas calidades. Estos modelos se retroalimentan con datos reales para poder optimizar dichos cálculos.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D, Servicios para la simulación numérica aplicada a procesos y comportamiento en servicio.

ESTADO DE LA IPR

No aplica.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

Simulation techniques are already present in rail industry since decades, being one of the most powerful tools for optimising manufacturing processes and in-service behaviour. As an example, simulation techniques for rail rolling processes have allowed optimising production setting of such steel product, as well as developing new steel grades. These models are updated with real data in order to refine such simulations.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration, Numerical Simulation Services applied to process optimisation and in-service behaviour.

IPR STAGE

It does not apply.

DESARROLLO DE SOLUCIONES AVANZADAS Y PROCESADO DE MATERIALES PARA EL SECTOR FERROVIARIO MEDIANTE TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN ADITIVA	DEVELOPMENT OF ADVANCED SOLUTIONS AND PROCESSING OF MATERIALS FOR THE RAILWAY SECTOR THROUGH ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGIES
--	---

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO	DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE
--	---

El sector ferroviario se enfrenta a una serie de retos tecnológicos tales como reducción de peso y su vinculación a la reducción del consumo energético y emisiones, mejora de la productividad, la reutilización de materiales o la reducción del consumo de los mismos. Todo ello vinculado a una estricta normativa técnica relativa a durabilidad, sollicitaciones mecánicas, resistencia al fuego, etc. La fabricación aditiva se presentan como una herramienta clave para dar respuesta a los problemas mencionados.

IDONIAL es líder en el ámbito de las tecnologías de fabricación aditiva (impresión 3D) tanto desde el punto de vista del diseño e ingeniería como del proceso productivo, incluyendo el desarrollo de nuevos materiales y procesado de materiales para aplicaciones específicas. El centro cuenta en su haber con tecnologías que le permiten procesar desde materiales poliméricos, metales e incluso cerámicas técnicas.

El siguiente diagrama muestra un resumen de las capacidades de IDONIAL en este ámbito:

The railway sector has a series of technological challenges such as weight reduction and its link to reducing energy consumption and emissions, improving productivity, reusing materials or reducing their consumption. All this, linked to a strict technical regulation related to durability, mechanical stresses, fire resistance, etc. The additive manufacturing is a key tool to respond to specific problems.

IDONIAL is a leader in the field of additive manufacturing (3D printing) technologies from design and engineering as well as the production process, including the development and processing of common or novel materials for specific applications. The center has technologies that allows processing from polymeric materials, metals to technical ceramics.

The following diagram shows a summary of IDONIAL's capabilities in this area:



ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

Respecto al TRL cabe destacar que la tecnología de fabricación aditiva en sí misma, como tal, está en un TRL elevado en cuanto a sistemas o soluciones comerciales en el mercado (TRL 8 – 9), de tal modo que se pueden desarrollar sin problema soluciones para sectores industriales.

No obstante, cabe destacar, por otro lado, que dentro de la fabricación aditiva existen diversas líneas de investigación que se encuentran en estadios más bajos de desarrollo, relativas al escalado de la tecnología en cuanto a productividad, la generación de componentes a gran escala o el desarrollo de nuevos materiales para aplicaciones específicas. Estos desarrollos están en TRLs que van desde el 2 hasta el 6 dependiendo de los casos.

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

La tecnología de fabricación aditiva en el sector ferroviario se encuentra, a día de hoy, con un bajo grado de implantación. Existen algunas iniciativas orientadas a la sustitución de repuestos obsoletos o soluciones rápidas, algunos proyectos en los que se han desarrollado algunos componentes a modo de prueba, o líneas de I+D+i vinculadas a la mejora de la eficiencia mediante nuevos materiales, aligeramiento, etc.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D, Implementación de soluciones tecnológicas basadas en Fabricación aditiva.

ESTADO DE LA IPR

No aplica.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

Additive manufacturing technology is at a high TRL in terms of commercial systems or solutions in the market (TRL 8-9), so solutions for industrial sectors can be developed without problem.

However, it should be noted that within additive manufacturing there are several lines of research that are in lower stages of development. These lines focus on the scaling of technology in terms of productivity, the generation of large-scale components or the development of new materials for specific applications. These developments are in TRLs ranging from 2 to 6.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

Additive manufacturing technology is now starting to be implemented in the rail sector. There are some initiatives aimed at replacing obsolete spare parts or quick solutions. In addition, some R&D projects are being developed, in which components are being produced in order to improve efficiency through new materials, reduce weight, etc.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration, Industrial implementation of technological solutions based on additive manufacturing.

IPR STAGE

It does not apply.

DESARROLLO DE MATERIALES Y PROCESOS PARA REPARACIÓN DE CARRIL, IN SITU, MEDIANTE TECNOLOGÍA DE SOLDADURA AUTOMATIZADA

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

Una de las problemáticas recurrentes en las operaciones de mantenimiento de carriles ferroviarios es la reparación "in situ" de las zonas de unión de los mismos.

IDONIAL CENTRO TECNOLÓGICO cuenta con una tecnología específica que le permite dar solución a dicha problemática tanto desde el punto de vista del proceso como de los materiales a utilizar. El sistema indicado se basa en un equipo de soldadura autónomo ubicado sobre un sistema robótico móvil, el cual se desplaza a lo largo de la vía, que le permite localizar y reparar los defectos de forma eficiente. A continuación, se exponen sus principales características:

- Evolución de sistemas de soldadura de carril en vía, implementando nuevas tecnologías de soldadura e inspección.
- Combinación de 3 ejes lineales y uno de rotación coordinados con la unidad de soldadura, de forma adaptativa.
- Sistemas avanzados de mecanizado antes y después de soldeo.
- Nueva evolución de sistemas de soldadura automatizada GTAW para restauración metalúrgica.
- Tecnología de inspección volumétrica automatizada.
- Procedimientos de soldeo para aseguramiento de propiedades mecánicas y vida en servicio.

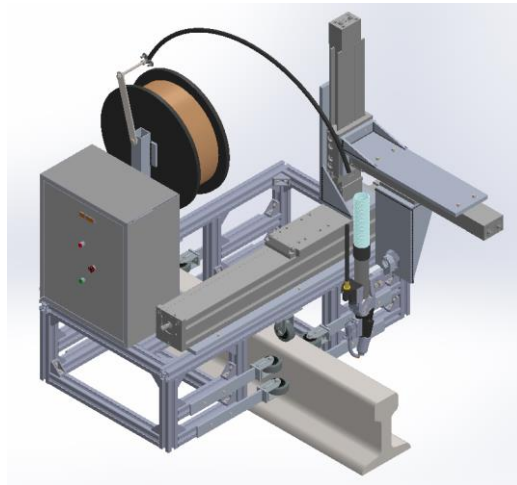
DEVELOPMENT OF MATERIALS AND PROCESSES FOR RAIL REPAIR, ON SITE, USING AUTOMATED WELDING TECHNOLOGY

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

One of the problems in rail track maintenance operations is the "on-site" repair of the junction areas.

IDONIAL TECHNOLOGY CENTER has a specific technology to solve the welding in situ, addressing both the process and the materials to be used. The system is based on autonomous welding equipment located on a mobile robotic system, which travels along the track, which allows to locate and repair defects efficiently. Below are its main features:

- Evolution of rail welding systems on track implementing new welding and inspection technologies.
- Combination of three linear axes and one of coordinated rotation with the welding unit, adaptively.
- Advanced machining systems before and after welding.
- New evolution of GTAW welding systems for metallurgical restoration.
- Automated volumetric inspection technology.
- Welding procedures to ensure mechanical properties and service life.



ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

Las tecnologías de soldadura para reparación de carril "in situ" de forma automatizada que posee IDONIAL se encuentran en un estado de desarrollo intermedio con un TRL 5 - 6, es decir, se han probado experimentalmente a nivel piloto en proyectos de I+D+i. Es una tecnología sobre la cual se puede seguir avanzando de cara a su implementación industrial.

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

Aunque existen algunos desarrollos o líneas de I+D que buscan dar solución a la problemática planteada, el nivel de implantación de estas tecnologías descritas es bajo.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D.

ESTADO DE LA IPR

No aplica.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

Welding technologies for automated "on-site" lane repair that IDONIAL has are in an intermediate state of development with a TRL 5 - 6, that is, it has been tested experimentally at pilot level in R&D projects. It is a technology on which progress can be made for its industrial implementation.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

Although there are some developments or R&D lines that seek to solve the problem, the level of implementation of these described technologies is low.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration.

IPR STAGE

It does not apply.

CARACTERIZACIÓN AVANZADA DE MATERIALES Y COMPONENTES. CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE CARRILES Y LABORATORIO DE TRIBOLOGÍA

ADVANCED CHARACTERISATION OF MATERIALS & COMPONENTS. MECHANICAL CHARACTERISATION OF RAILS AND TRIBOLOGY LAB

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

El área de Aceros y Aleaciones de IDONIAL se especializa en materiales y estructuras del sector ferroviario, destacando las técnicas de caracterización. Ofrece capacidades para la caracterización de propiedades básicas y propiedades en uso, microestructura, resistencia mecánica y dureza, tenacidad al impacto, tenacidad a la fractura, resistencia a la fatiga, crecimiento de grietas por fatiga, resistencia al desgaste, fatiga de contacto por rodadura, análisis de tensiones residuales, etc.

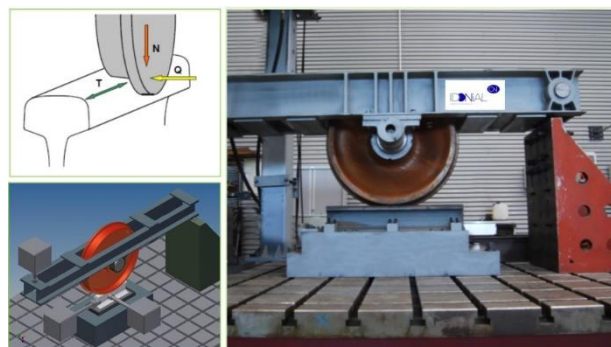
El laboratorio de ensayos mecánicos cuenta con un equipamiento muy completo, destacando una bancada para ensayos multiaxiales en los que reproducir condiciones reales. Además, IDONIAL está acreditada en ensayos de fatiga uniaxial (ISO 1099), tensiones residuales de carril (EN 13674-1) y mecánica de la fractura (ASTM E399, ISO 12108...). En el laboratorio de tribología se pueden reproducir las condiciones de contacto y los mecanismos de fallo de los materiales en servicio. Mediante el empleo de un tribómetro de tipo twin-disc se puede reproducir en poco tiempo y sobre probetas de pequeño tamaño los fenómenos de desgaste y fatiga por contacto de rodadura típicos de carriles y ruedas ferroviarias.

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

The Steel and Metallic Alloys department of IDONIAL counts on a specialisation in rails and structures related to the railway sector, with expertise in characterisation techniques. The department has a technological offer for basic and in-use properties characterisation, microstructure, mechanical strength and hardness, impact and fracture toughness, fatigue crack growth, wear resistance, rolling contact fatigue, residual stress analysis, etc.

The mechanical test lab counts on a wide set of equipment, highlighting a multiaxial test bench where real settings can be reproduced. Furthermore, IDONIAL is accredited for performing uniaxial fatigue tests (ISO 1099), residual stress in rail (EN 13674-1) and fracture mechanics (ASTM E399, ISO 12108...)

The tribology lab has a set of relevant equipment, allowing mimicking at laboratory scale the settings regarding contact and failure mechanisms of materials in-service. IDONIAL is able to quickly reproduce using a small probe the wear and rolling contact fatigue phenomena, common in rail and wheels in the sector, by using a twin-disc tribometer.



Contamos también con técnicas de caracterización, como la perfilometría, microscopías confocal, óptica y electrónica o la difracción de rayos X que

The lab is also equipped with different characterisation techniques, such as profilometer, confocal, optical and Scanning Electron

nos permiten llevar a cabo una caracterización completa de los materiales y mecanismos de desgaste.

ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

Respecto al TRL cabe destacar que las técnicas de caracterización utilizan equipos comerciales, pudiendo analizarse muestras a escala de laboratorio (probetas cilíndricas mecanizadas en taller propio) o bien en estructuras a escala real en la bancada multiaxial.

Por tanto, se cuenta con capacidades para desarrollar las actividades a cualquier escala.

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

Las técnicas de caracterización mecánica son uno de los principales procesos para validar materiales y componentes, tanto en su fase de desarrollo como en escala industrial. En este sentido, la bancada multiaxial permite obtener resultados plenamente orientados a proveer de información para desarrollos industriales. El estudio de fatiga por desgaste por rodadura que se puede realizar en la bancada está presente a nivel industrial como fenómeno a estudiar para conocer el comportamiento en servicio del material ferroviario.

Las tecnologías presentes en el laboratorio de tribología, que permiten estudiar el comportamiento de los materiales ante el desgaste, cuentan con equipos comerciales que permiten el desarrollo de ensayos tribológicos y de caracterización asociados para tener un conocimiento completo sobre los materiales y mecanismos de desgaste presentes.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D, servicios para la caracterización avanzada de componentes y estructuras.

ESTADO DE LA IPR

No aplica.

Microscopy, or X-Ray Diffraction, which allows the development of a complete characterisation of materials and wear mechanisms.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

In relation with TRL, it is worth mentioning that characterisation techniques use commercial equipment, being able to analyse samples either at lab scale (cylindrical in shape, machined in our own workshop) or at real scale at the multiaxial test bench.

Hence, the department has capabilities for developing the activities at any scale.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

Mechanical characterisation techniques are one of the main processes for validating materials and components, either at development phase or in industrial scale. In this sense, the multiaxial test bench allows acquiring results linked to providing relevant information to industrial products. The rolling contact fatigue test, which can be done at the multiaxial test bench, is present at industrial level as a key test for studying in-service behaviour due to wear phenomena in railway-related materials.

The technology present in the tribology lab allows studying materials' behaviour against wear phenomena, using commercial equipment (tribometers), and related characterisation techniques in order to obtain a complete knowledge about materials and existing wear mechanisms.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration, technical services for advanced characterisation of components & structures.

IPR STAGE

It does not apply.

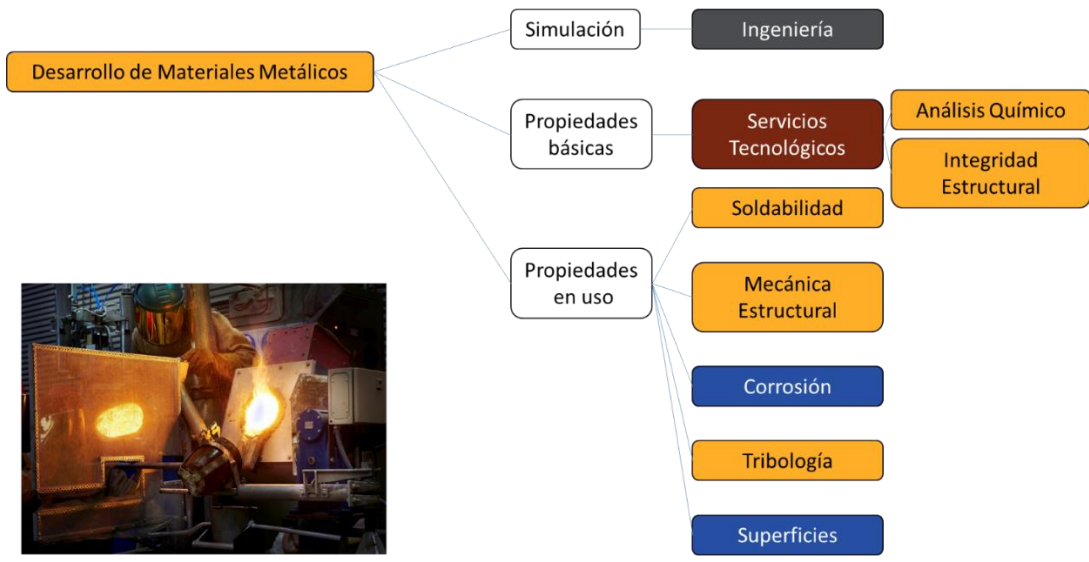
DISEÑO DE NUEVAS CALIDADES DE MATERIALES AVANZADOS PARA EL SECTOR FERROVIARIO. VALIDACIÓN EXPERIMENTAL **DESIGN OF NEW GRADES AND EXPERIMENTAL VALIDATION OF ADVANCED MATERIALS FOR THE RAIL SECTOR**

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA O CONOCIMIENTO

Contamos con capacidades para abarcar el ciclo completo de desarrollo de un nuevo producto, desde su diseño hasta su puesta en servicio, con el fin de optimizar el proceso de fabricación, mejorar el comportamiento en uso y aumentar la vida útil. Desarrollo de nuevas calidades, comenzando con el diseño de la composición química a través de software especializados, seguido de la etapa de fusión y moldeo, pudiendo realizar coladas experimentales en los distintos hornos de fusión. La capacidad máxima de los hornos es de 150 kilos, contando con la posibilidad de realizar la colada en atmósfera controlada. Otros equipos y plantas piloto para la fabricación de productos metálicos pueden reproducir y optimizar procesos críticos de la fabricación de materiales metálicos, tales como la laminación o la aplicación de recubrimientos.

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGY OR KNOWLEDGE

We have wide experience in the definition and technical execution of projects for the development of new metallic alloys. We rely on our capabilities to deal with the whole cycle of development of a new product, from the design to the placing in service, aiming at optimising the manufacturing process, improving in-use behaviour and increasing service life. IDONIAL offers the development of new grades, starting with chemical composition definition by using specific software, followed by melting and casting pilot plants, able to produce samples up to 150 kilograms in controlled atmosphere, preventing oxidation phenomena. Further equipment and pilot plants are available for manufacturing of metallic materials, reproducing and optimising critical processes such as rolling and coating.



Finalmente, IDONIAL ofrece la capacidad de realizar una caracterización de las propiedades del material, tanto convencional como avanzada, obteniendo los valores necesarios de

Finally, IDONIAL is offering their capabilities in terms of materials' properties characterisation, either conventional (chemical, mechanical properties and microstructure), as advanced

caracterización funcional, tales como fatiga, mecánica de la fractura o resistencia al desgaste.

characterisation, acquiring the values for functional characterization like fatigue, fracture mechanics or wear resistance.

ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

En la mayoría de los casos, la tecnología para la caracterización de los materiales es a nivel de laboratorio y planta piloto, obteniendo, en el caso de la caracterización de las propiedades básicas, los resultados acreditados por ENAC.

En el caso del desarrollo de nuevas calidades de material avanzado, IDONIAL ofrece la posibilidad de trabajar en la escala de gramos (TRL 3-4) hasta el desarrollo de coladas de 150 kilos (TRL 6-7). El laboratorio de ensayos mecánicos cuenta con un equipamiento muy completo, destacando una bancada para ensayos multiaxiales en los que reproducir condiciones reales.

Además, IDONIAL está acreditado en ensayos de fatiga uniaxial (ISO 1099), tensiones residuales de carril (EN 13674-1) y mecánica de la fractura (ASTM E399, ISO 12108...)

TECHNOLOGY DEVELOPMENT STAGE

In most of the cases, technology for materials' characterisation is at laboratory and pilot plant level, acquiring, in the case of basic characterisation, results with the proper accreditations. For developing new grades or qualities of advanced materials, Idonial offers the possibility of working in the gram scale (TRL 3-4) till the development of samples up to 150 kgs (TRL 6-7).

In the case of advanced characterisation, IDONIAL counts on a multiaxial test bench, for the development of real scale test to assess fatigue by Our Mechanical Test Lab counts on a wide set of equipment, highlighting a multiaxial test bench where real settings can be reproduced.

Furthermore, IDONIAL is accredited for performing uniaxial fatigue tests (ISO 1099), residual stress in rail (EN 13674-1) and fracture mechanics (ASTM E399, ISO 12108...)

IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR FERROVIARIO

IDONIAL lleva trabajando en el desarrollo de nuevas calidades para el sector (nuevas calidades de carril, componentes ferroviarios) desde 2006. A modo de ejemplo, empresas fabricantes de acero para carril están desarrollando nuevas calidades para hacer frente a condiciones de trabajo más agresivas, con mayor incidencia de fenómenos de desgaste debido a la presencia de condiciones más abrasivas, como la presencia de arena en el AVE de La Meca.

DEPLOYMENT IN THE RAILWAY SECTOR

IDONIAL has been working in the development of new qualities for the rail sector (new rails, train components,...) since 2006. As an example, steelmakers are developing new steel grades and products able to face harsh working conditions, with higher incidence of wear phenomena due to the presence of more abrasive settings, like the presence of sand in high-speed trains in Saudi Arabia.

TIPO DE COLABORACIÓN BUSCADA

Colaboración de I+D, servicios de caracterización y de apoyo a la fabricación.

TYPE OF COLLABORATION SOUGHT

R&D collaboration, characterisation and manufacturing support services.

ESTADO DE LA IPR

Contactar para más información.

IPR STAGE

Contact for more information.

ANEXO I. COORDINACIÓN Y ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO

Desde la Plataforma Tecnológica MATERPLAT, este trabajo ha sido dirigido y coordinado por la Secretaría Técnica de la plataforma:

- Miguel Ángel Rodiel Moros (Coordinador)
- Eduardo Troche Pesqueira (Mánager)

Con el apoyo de la Secretaría Técnica de la Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española (PTFE):

- Ángeles Tauler (Gerente)
- Mar Sacristán (Coordinadora)
- Aida Herranz (Coordinación Internacional)
- Eduardo Prieto (Coordinación Internacional)

Abajo, se muestra un resumen de las entidades que han participado en este documento y la información de contacto de cada una de ellas.

ANNEX I. DOCUMENT COORDINATION AND ELABORATION

From the Technological Platform MATERPLAT, this work has been coordinated by the Technical Secretariat of the platform:

- Miguel Ángel Rodiel Moros (Coordinador)
- Eduardo Troche Pesqueira (Manager)

With the support of the Technical Secretariat of the Railway Spanish Technological Platform (PTFE):

- Ángeles Tauler (Manager)
- Mar Sacristán (Coordinator)
- Aida Herranz (International Coordination)
- Eduardo Prieto (International Coordination)

Below, there is a summary of the entities that contributed to this document and their contact information.

ENTIDAD/ENTITY	NOMBRE/NAME	EMAIL
CIDETEC	Elena Jubete	ejubete@cidetec.es
	Jesús Palenzuela	jpalezuela@cidetec.es
TEKNIKER	Raquel Bayón	raquel.bayon@tekniker.es
CENTRO TECNOLÓGICO DE AUTOMOCIÓN DE GALICIA (CTAG)	Raquel Ledo Bañobre	raquel.ledo@ctag.com
INSTITUTO IMDEA MATERIALES	Germán Infante	german.infante@imdea.org
INSTITUTO IMDEA ENERGÍA	Félix Marín	felix.marin@imdea.org
EURECAT	Esther Hurtós Casals	esther.hurtos@eurecat.org
EKOLBER	Fernando Alonso	fernando@ekolber.com
AIMEN	Pablo Romero Rodríguez	pablo.rodriiguez@aimen.es
LEITAT	Lorenzo Bautista Pérez	lbautista@leitat.org
AIMPLAS	Begoña Galindo Galiana	bgalindo@aimplas.es
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE POLÍMEROS (ICTP-CSIC)	Marianella Hernández Santana	marherna@ictp.csic.es
LESOL	Pablo Solorzano	psll@lesol.es
IDONIAL	Paula Queipo Rodríguez	paula.queipo@idonial.com

MATERIALES AVANZADOS PARA EL SECTOR FERROVIARIO

ADVANCED MATERIALS FOR THE RAILWAY SECTOR

ADVANCED MATERIALS AND NANOMATERIALS
SPANISH TECHNOLOGICAL PLATFORM

materplat...

www.materplat.org

PTFE

Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española



www.ptferroviaria.es

Editor

MATERPLAT/PTFE

Publicado en/Published in

04/2020

D.L.

M-8866-2020

Financiado por/Sponsored by



PTR-2018-001116/PTR-2018-001101