

# MEMORIA ANUAL 2018 — RESUMEN



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE  
MATEMÁTICA INDUSTRIAL

TECHNOLOGICAL INSTITUTE  
FOR INDUSTRIAL MATHEMATICS

ANNUAL REPORT 2018 — RESUME



# Carta del presidente

Salvador Naya Fernández  
Presidente de ITMATI / ITMATI President

## Letter from the president



Como Presidente deseo destacar que ITMATI se está convirtiendo, pese a sus escasos años de trayectoria, en un instrumento clave en la que será la cuarta revolución industrial, puesto que reúne el conocimiento para la aplicación de un conjunto de tecnologías que hacen posible todo el potencial de la industria 4.0. En ese sentido, las herramientas de modelización, simulación numérica, modelización estadística (Big Data) y optimización y computación de las que hace uso el Centro, son tecnologías facilitadoras clave a la hora de hablar de industria inteligente, y por ello la Matemática Industrial es la base para que la actividad de las empresas evolucione hacia el concepto de industria 4.0. En el proceso de convertir la industria en inteligente, vinculando el mundo físico al virtual, ITMATI está llamado a ser un referente para la industria gallega, el conjunto de la española y la internacional, tal y como se puede constatar con los casos de éxito que se recogen en esta memoria.

Además, ITMATI también se ha planteado ser un polo de difusión del gran potencial de la tecnología matemática, y del valor añadido que aporta en el tejido empresarial cuando se incluye esta herramienta clave en la optimización continua de sus sistemas, productos y servicios, ayudando de forma activa a la mejora de la competitividad y, por tanto, a la sostenibilidad de las empresas.

Destacar que son varias las iniciativas que el Centro ha lanzado para fomentar su internacionalización, actividad imprescindible para garantizar su sostenibilidad y también para avanzar hacia ser un centro de referencia internacional. Con una participación en una decena de contratos y proyectos internacionales en sus primeros seis años de trayectoria, en particular, la facturación internacional en el año 2018 fue el 23,41% de la total, de los cuales correspondientes a proyectos europeos fue el 18,41%. Toda esta intensa actividad es una demostración de cómo la puesta en marcha de ITMATI permite consolidar la labor de transferencia de tecnología matemática al sector productivo.

Esta posición de liderazgo de la Matemática Industrial gallega es también fruto del esfuerzo, perseverancia, compromiso y capacidades de todas las personas, empresas e instituciones que día a día trabajan para consolidar y hacer crecer este Centro, e invito a todos ellos a que sigan colaborando y trabajando con nosotros.

As the President, I would like to highlight that ITMATI, despite its short trajectory, is turning into a key instrument in what will be the fourth industrial revolution. The Center gathers the knowledge to apply a set of technologies that make possible all the potential of the industry 4.0. Indeed, the tools of, mathematical modelling, numerical simulation, statistics, optimization, and computing that our Center uses, set up the foundation from which the activities and processes of the companies should evolve towards the concept of industry 4.0. In the process of turning the industry into smart, linking the physical world to the virtual one, ITMATI is called to be a reference for the Galician, Spanish and international industry, as the success stories that are included in this report prove.

In addition, ITMATI is also facing the challenge of being a center of dissemination of the great potential of mathematical technology, and the added value it provides in the business fabric when this key tool is included in the continuous optimization of its systems, products and services, helping to active way to improve competitiveness and, therefore, to the sustainability of companies.

The Center has launched several initiatives to foster its internationalization, which is indispensable to guarantee its sustainability, and also to become an international reference center. With a participation in ten international contracts and projects in its first six years of experience, its international turnover in 2018 was 23.41% of the total, of which 18.41% corresponding to European projects. All this intense activity demonstrates that the strengthening of ITMATI allows to consolidate the transfer of mathematical technology to the productive sector.

This leading position of the Galician Industrial Mathematics is the result of the effort, perseverance, commitment and skills of every person, Company and institution that work on a daily basis to consolidate and make this Center grow, I invite all of them to continue collaborating and working with us.

# Q1

**Somos ITMATI**

---

**We are ITMATI**

El talento “Matemático” al servicio de las empresas y de las entidades innovadoras.

Nuestro objetivo es potenciar la transferencia de tecnología matemática a las empresas para que les sirva de ventana al mercado global y se beneficien de una visión vanguardista y adelantada al futuro.

---



---

“Mathematical” talent serving innovative companies and entities.

Our objective is to boost mathematical technology transfer to companies allowing them to access to the international market and to take advantage from an avant-garde and forward-looking vision.

# Qué es ITMATI

## What is ITMATI



Fuente: Revista ECO

El Consorcio Instituto Tecnológico de Matemática Industrial (ITMATI) es un consorcio público, participado por las 3 universidades gallegas, con la vocación de ser un centro de investigación tecnológica de referencia a nivel nacional e internacional en el ámbito de la Matemática Industrial.

### MISIÓN

Nuestra misión principal es contribuir al fortalecimiento y potenciación de la competitividad en el entorno industrial y empresarial, proporcionar soluciones avanzadas y apoyar la innovación en el sector productivo.

### INSTALACIONES

ITMATI cuenta con infraestructuras en dos edificios, ambos en el Campus Vida de Santiago de Compostela, equipadas en su totalidad con 2 salas de investigadores y 2 despachos, con capacidad para 47 puestos de trabajo, y 3 salas de reuniones.

### PERSONAS, NUESTRO MAYOR ACTIVO

ITMATI fomenta la transferencia de conocimiento al entorno socioeconómico y ofrece, a personas con talento, una opción viable para su integración en un modelo de crecimiento económico y social sostenible. El Centro tiene el compromiso de consolidar el potencial humano en el ámbito de la investigación, la innovación y la transferencia de tecnología matemática.

The Technological Institute for Industrial Mathematics (ITMATI) is a public consortium set up by the three Galician Universities. Its goal is to become a national and international reference center for technological research in the field of Industrial Mathematics.

### MISSION

Our main mission is to reinforce and boost competitiveness in the industrial and business environment, providing advanced solutions and supporting innovation in the productive sector.

### FACILITIES

ITMATI is located in two buildings on the Campus Vida in Santiago de Compostela, both of which are completely equipped with 2 research rooms and 2 offices with 47 workstations, and 3 meeting rooms.

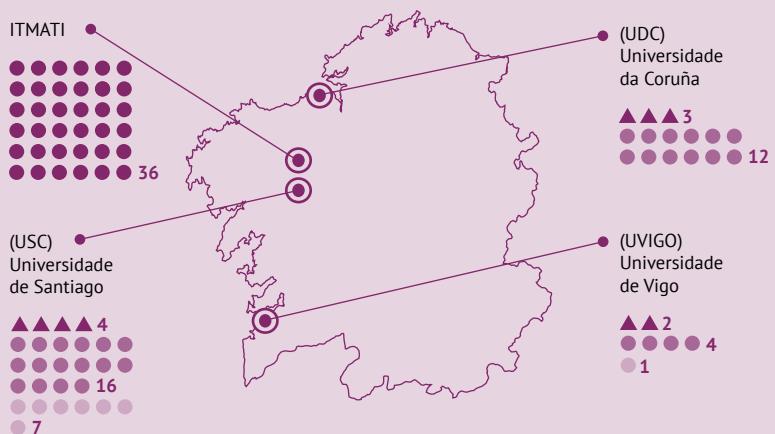
### PEOPLE, OUR MAJOR ASSETS

ITMATI promotes knowledge transfer in the socio-economic environment and offers people with talent a viable option to become part of an increasingly sustainable economic and social model. The Center is committed to reinforcing human potential in the field of research, innovation and mathematical technology transfer.



**Fig. 1**  
**Mapa de investigadores ITMATI 2018**  
Map of researchers at ITMATI 2018

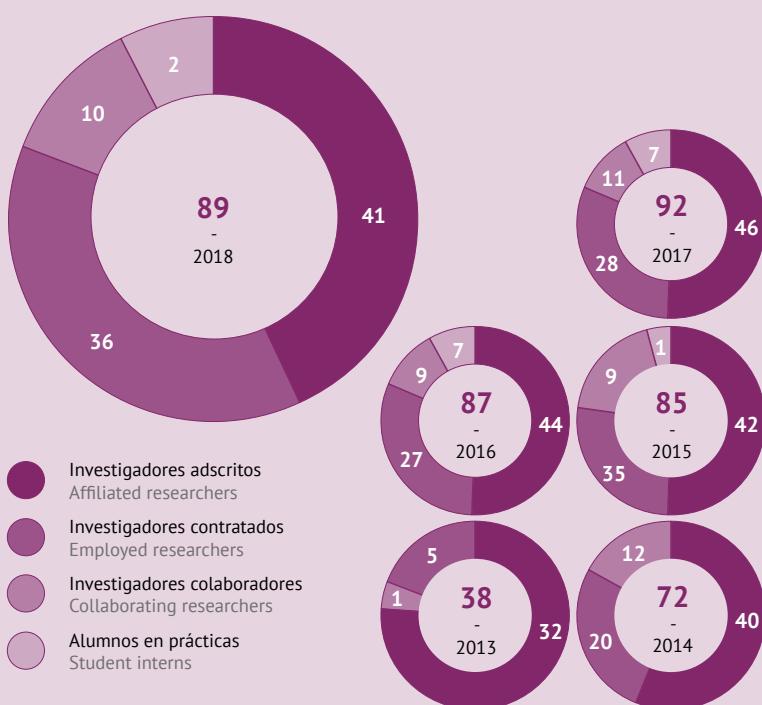
- ▲ Promotores de ITMATI  
ITMATI promoters
- Investigadores contratados  
Employed researchers
- Investigadores adscritos  
Affiliated researchers
- Investigadores colaboradores  
Collaborating researchers



**Fig. 2**  
**Personal propio de ITMATI**  
ITMATI in-house staff



**Fig. 3**  
**Evolución del número de investigadores de ITMATI**  
Progress in the number of researchers at ITMATI



# Organización del consorcio

## Consortium organisation



El órgano superior de gobierno de ITMATI es su **Consejo de Gobierno**, presidido por el Presidente de ITMATI, y formado por miembros institucionales, miembros científicos y la Directora de ITMATI.

**La Comisión Científico Técnica** está formada por investigadores de reconocido prestigio y con amplia experiencia en la transferencia de tecnología matemática. En ella están representados todos los miembros del consorcio ITMATI y las tres áreas científicas principales, Matemática Aplicada, Estadística e Investigación Operativa.

**La Comisión Ejecutiva** depende del Consejo de Gobierno, y se encarga de velar por la gestión del día a día del Centro. Está compuesta por personal científico y de gestión y presidida por la Directora de ITMATI.

**La principal actividad** de ITMATI se desarrolla en la **Unidad de gestión de Transferencia (UgT)** y en la **Unidad de Investigación, Desarrollo e Innovación (Unidad de I+D+i)**. Ambas dependen de la Directora y, junto con el Gerente, trabajan de forma conjunta para investigar, desarrollar, transferir y valorizar productos y servicios en el ámbito de la Matemática Industrial.

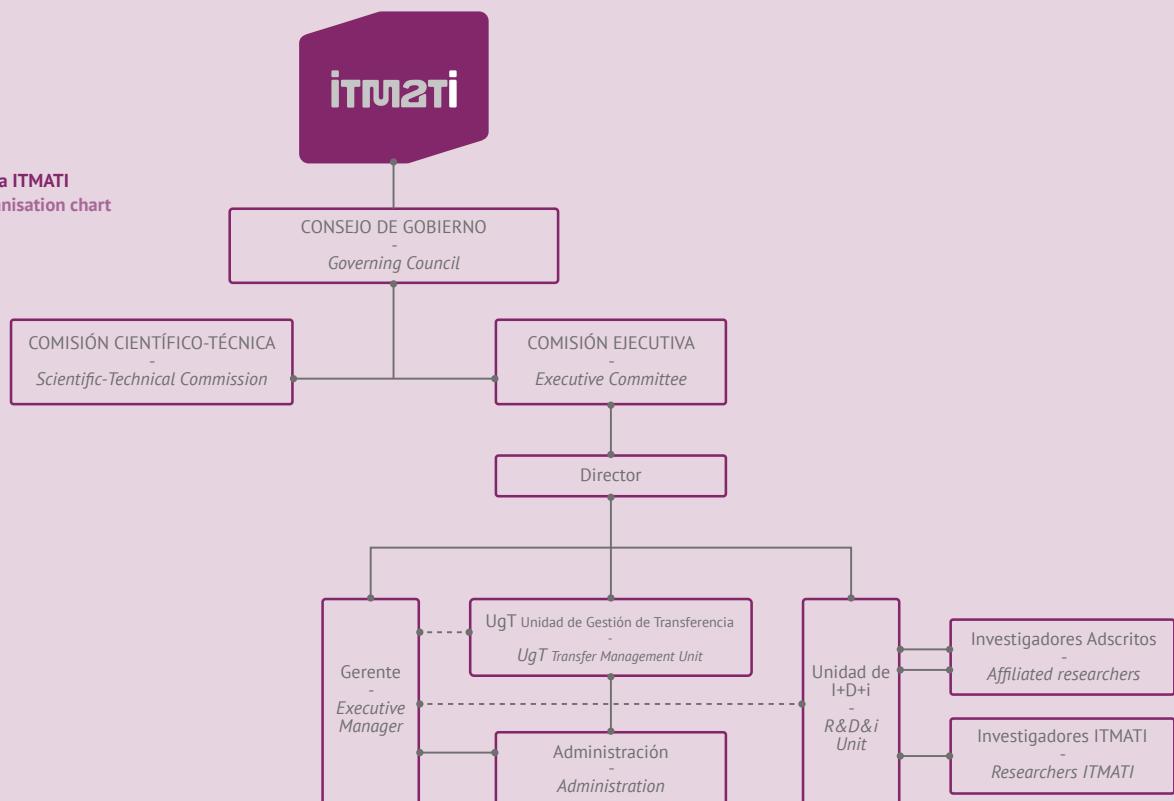
The highest governing body of ITMATI is its **Governing Council**, chaired by the President of ITMATI, and composed by institutional members, scientific members and the Director of ITMATI.

The **Scientific-Technical Commission** is made up of researchers of renowned prestige and with extensive experience in the transfer of mathematical technology. All the members of the ITMATI consortium and the three main scientific areas, Applied Mathematics, Statistics and Operational Research are represented.

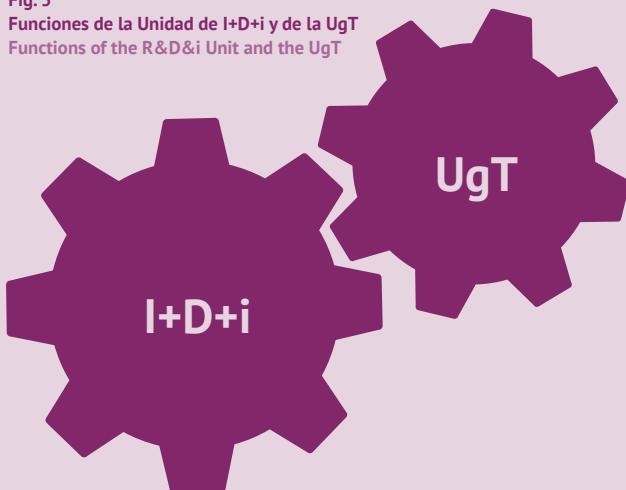
The **Executive Commission** depends on the Governing Council, and is responsible for ensuring the daily management of the Center. It is composed of scientific and management staff and chaired by the Director of ITMATI.

The main activity of ITMATI is carried out by the **Transfer Management Unit (UgT)** and in the **Research, Development and Innovation Unit (R&D&i Unit)**. Both depend on the Director and, together with the Manager, work together to research, develop, transfer and valorise products and services in the field of Industrial Mathematics.

**Fig. 4**  
Organigrama ITMATI  
ITMATI organisation chart



**Fig. 5**  
Funciones de la Unidad de I+D+i y de la UgT  
Functions of the R&D*i* Unit and the UgT



### Unidad de I+D+i / R&D*i* Unit

Colaboración y ejecución de proyectos/contratos de I+D+i  
Collaboration and execution of R&D*i* projects/contracts

Desarrollo de productos/soluciones  
Development of products/solutions

Desarrollo de software  
Software development

Consultoría tecnológica  
Technology consulting

Asesoría científica de alto nivel  
High level scientific advice

Cursos de formación  
Training courses

### UgT / UgT

Gestión de transferencia de tecnología e innovación  
Management of technology transfer and innovation

Gestión de la valorización de resultados de investigación  
Management of the valorization of research results

Desarrollo de negocio  
Business development

Financiación de la I+D+i  
Financing of R&D*i*

Gestión económica, administrativa  
Economic, administrative management

Seguimiento de proyectos de I+D+i  
Monitoring of R&D*i* projects

Gestión de actividades de difusión y divulgación de la transferencia tecnológica  
Management of diffusion activities and dissemination of technology transfer

Gestión de la propiedad intelectual industrial  
Management of industrial intellectual property

Vigilancia tecnológica  
Technological surveillance

Cooperación tecnológica con otros agentes del sistema de innovación  
Technological cooperation with other agents of the innovation system

Comunicación interna y externa: promoción y difusión  
Internal and external communication: promotion and diffusion

# Qué hacemos?

## What do we do at ITMATI?



ITMATI presta servicios para el desarrollo de productos y soluciones en el ámbito de la Matemática Industrial bajo distintas modalidades:

Consultoría tecnológica

Colaboración en proyectos y contratos de I+D+i

Asesoría científica de alto nivel

Desarrollo de software

Organización de cursos de formación a la carta

ITMATI provides services to develop products and solutions in Industrial Mathematics including:

Technology consulting

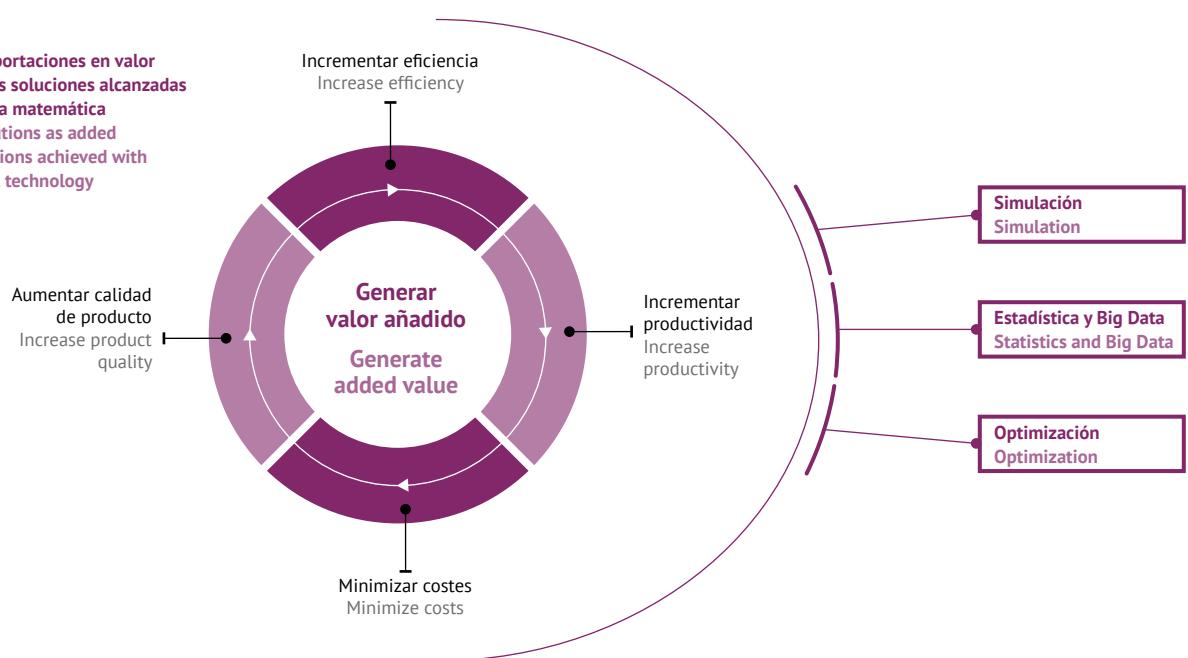
Collaboration in R&D&i projects and contracts

High level scientific advisory services

Software development

Organisation of tailor-made training courses

**Fig. 6**  
Principales aportaciones en valor añadido de las soluciones alcanzadas con tecnología matemática  
Main contributions as added value of solutions achieved with mathematical technology



# Áreas de transferencia

## Transfer areas

### Simulación numérica.

La simulación numérica integra las herramientas matemáticas que permiten modelar, simular, o predecir el comportamiento de dispositivos, productos y procesos de la ingeniería y de las ciencias aplicadas.

### Estadística y Big Data.

ITMATI aborda con esta tecnología la solución a demandas relacionadas con el asesoramiento estadístico y el análisis de datos, la predicción en series de tiempo, la elaboración de mapas a partir de datos espaciales, la modelización en finanzas, relacionadas con temas de estadísticas medioambientales y energéticas, con estadísticas del turismo, con el ámbito de la salud, y en general, con todo tipo de problemas relacionados con aplicaciones estadísticas en la industria o la empresa.

### Optimización.

Combina técnicas de simulación numérica, estadísticas y de la investigación operativa para la optimización de productos, procesos, stocks, de recursos y su localización, para la planificación de rutas, planificación del trabajo, y, en general, en la ayuda a la toma de la decisión óptima.

### Numerical simulation.

Numerical simulation integrates mathematical tools that enable to model, simulate or predict the behaviour of devices, products and processes in engineering and applied sciences.

### Statistics and Big Data.

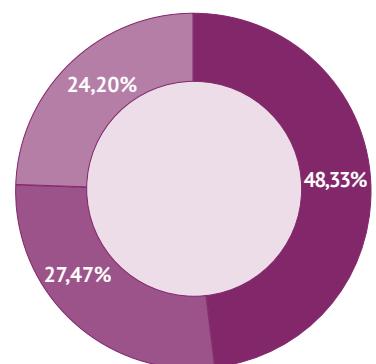
ITMATI effectively addresses the solution to technological requests related to statistical advice and data analysis, prediction in time series, creation of maps based on spatial data, creation of maps based on spatial data, financial modelling, related with environmental and energetic statistics, tourism statistics, health and, in general, with all kinds of problems regarding industry and business statistics.

### Optimization.

Combination of numerical simulation, statistics and operations research techniques to optimise products, processes, stocks, resources and their location, routes planning, workforce planning and, in general, to aid optimal decision-making.

Fig. 7  
Áreas de transferencia (%)  
Transfer areas (%)

- Simulación  
Simulation
- Estadística y Big Data  
Statistics and Big Data
- Optimización  
Optimization



# Capacidades tecnológicas

## Technological capabilities

Las soluciones tecnológicas aportadas por ITMATI integran la tecnología matemática más innovadora y avanzada para contribuir de forma decisiva a generar valor añadido en múltiples sectores de actividad económica y en temas muy diversos, como el control de calidad, la simulación y optimización de procesos, la gestión y ayuda en la toma de decisiones y en la planificación de recursos, o la explotación de la información de grandes bases de datos.

### Las capacidades tecnológicas con más peso durante el 2018 se han centrado en:

Estudios de la dinámica de fluidos, fenómenos acústicos y vibroacústicos, fenómenos térmicos o termodinámicos, y en fenómenos electrónicos o electromagnéticos por lo que se refiere al ámbito de la simulación.

Explotación de la información interna y minería de datos en el ámbito de la Estadística y Big Data.

Optimización de recursos y en dar apoyo a la toma de decisiones, por lo que atañe al ámbito de la optimización.

capacidades relacionadas con la Implementación de algoritmos matemáticos y la programación en lenguajes científicos, destacan en el ámbito de la Computación (transversal a las otras 3 áreas)

Technological solutions provided by ITMATI include the most innovative and advanced mathematical technology to decisively contribute to generate added value in a number of economical sectors and fields, such as quality control, processes simulation and optimization, management and assessment in decision-making and resource planning, or exploitation of information in large data bases.

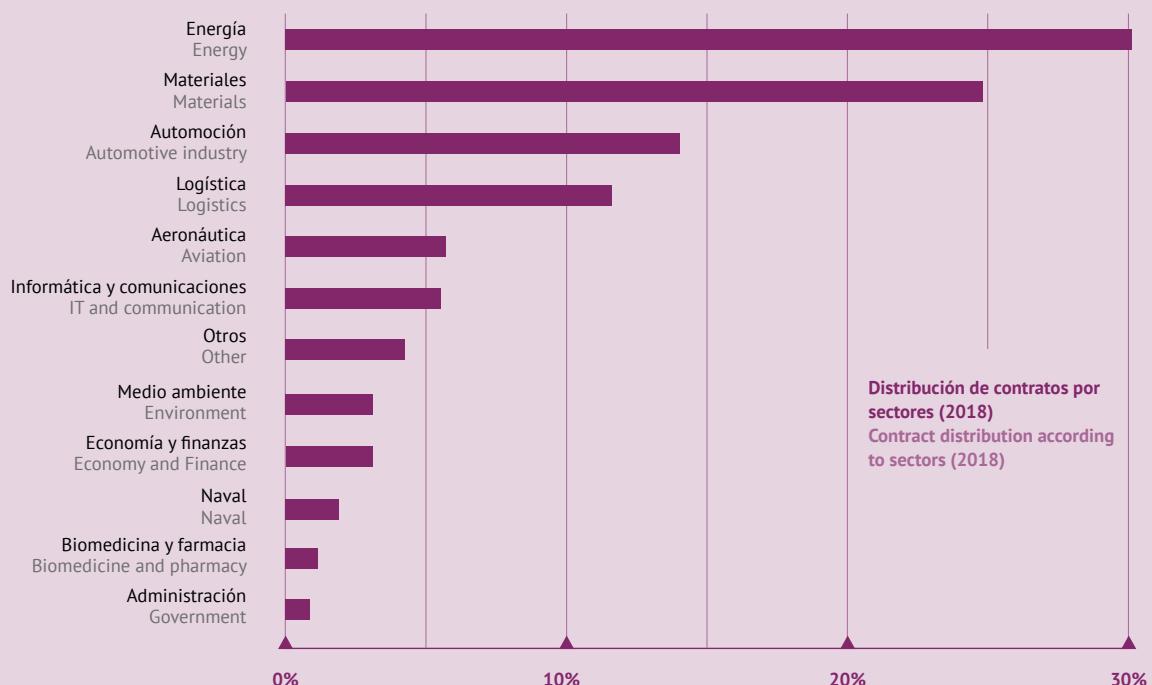
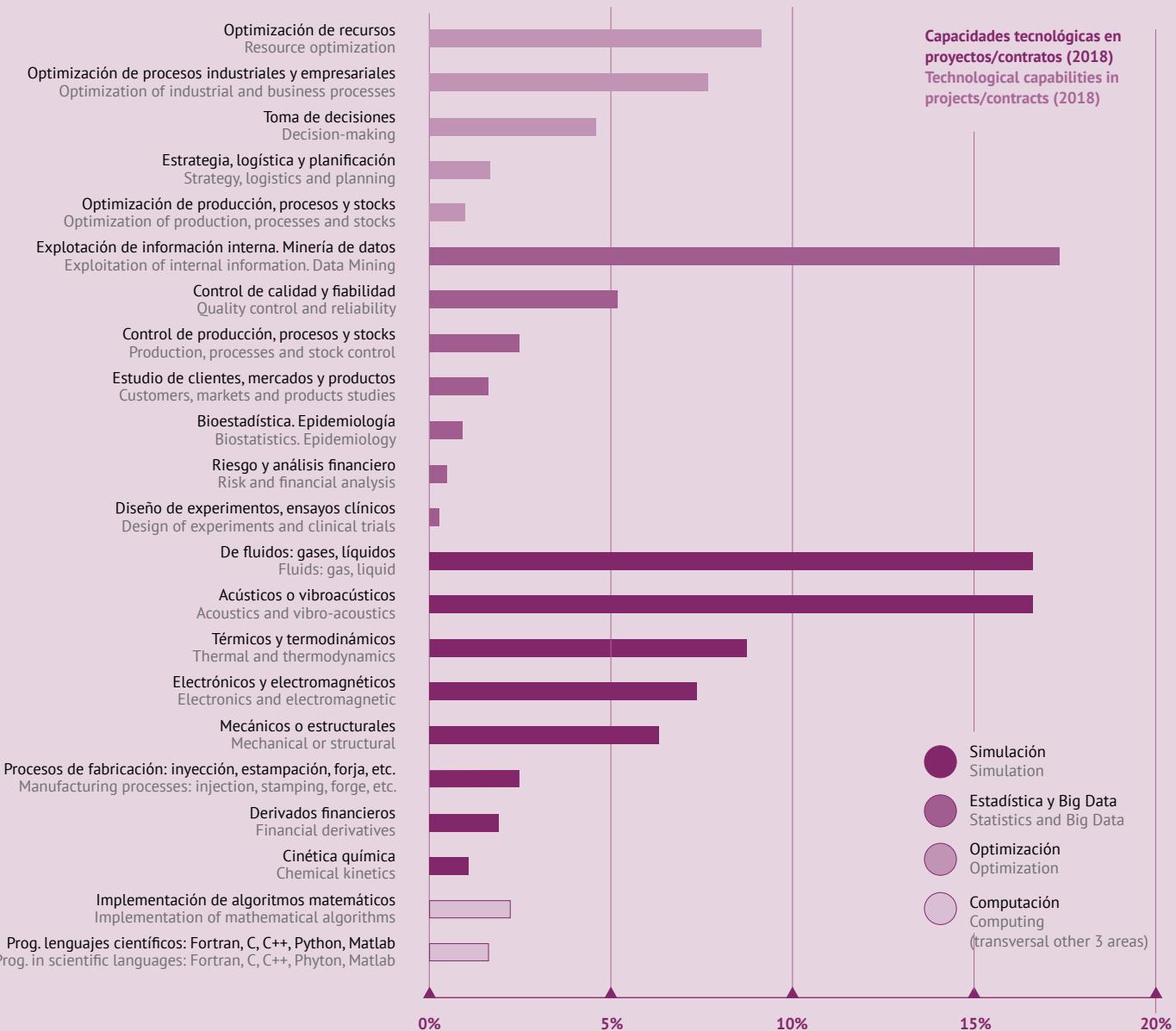
### The most important technological capabilities throughout 2018 have focused on:

Studies on fluid dynamics, acoustic or vibroacoustic phenomena, thermal or thermodynamic phenomena and electronic or electromagnetic phenomena regarding the field of simulation.

Exploitation of internal information and data mining in the field of Statistics and Big Data.

Resource optimization and supporting decision making with regard to the field of optimization.

Capabilities related to the implementation of mathematical algorithms and programming in scientific languages, with regard in the field of Computing (transversal to the other 3 areas)



Q2

**Nuestro trabajo  
en 2018**

—  
**Our work  
in 2018**

**26**

Contratos / Proyectos de Transferencia ejecutados

Transfer contracts and projects carried out

**12**

Contratos/convenios directos de colaboración tecnológica con empresas y entidades.

Direct contracts/agreements of technological collaboration with companies and entities.

**3**

Contratos de colaboración tecnológica con entidades y empresas extranjeras.

Technological collaboration contracts with international entities and companies.

**3**

Proyectos Europeos. European Projects.

**3**

Programa de Proyectos de Investigación y Desarrollo (PDI) del CDTI.

Research and Development Projects Programme (PDI) with the Center for the Development of Industrial Technology (CDTI).

**1**

Programa Estratégico de Consorcios de Investigación Empresarial Nacional (CIEN) gestionado por Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI).

Strategic Programme of National Corporate Research Consortia (CIEN) managed by the Center for the Development of Industrial Technology (CDTI).

**1**

Convocatoria CPI CIVIL UAVs INITIATIVE (Xunta de Galicia).

CPI CIVIL UAVs INITIATIVE Call (Xunta de Galicia).

**1**

Proyecto en el marco de la convocatoria Retos-Colaboración 2015 del Ministerio de Economía y Competitividad.

Project under the call for Challenges-Collaboration 2015 with the Spanish Ministry for Economics and Competitiveness.

**1**

Proyecto en el marco del programa Conecta PYME 2015 (Axencia Galega de Innovación).

Project under the call of the Conecta PYME programme 2015 (Galician Agency for Innovation).

**1**

Convocatoria IFI INNOVA (Xunta de Galicia).

IFI INNOVA Call (Xunta de Galicia).

**05**

Actividades de interacción Matemática-Industria

Mathematics-Industry interaction activities

**31**

Visitas o reuniones con empresas e instituciones

Visits or meetings with companies and institutions

**10**

Ofertas de empleo publicadas

Published job offers

**83**

Colaboraciones directas con empresas o entidades

Direct collaborations with companies or entities

**15**

Participaciones en Encuentros internacionales

Participation at international events

**19**

Difusión y promoción de actividades y capacidades de ITMATI

Dissemination and promotion of the activities and capabilities of ITMATI

**19**

Asistencias a encuentros de divulgación con la industria

Attendance to events for industrial dissemination

**59**

Menciones en 37 medios de comunicación

Mentions in 37 different media

**03**

Actividades formativas organizadas o co-organizadas

Organised or co-organised training activities

**20**

Asistencias a eventos de difusión tecnológica

Attendance to events for technology dissemination

**21**

Acciones internacionales

International actions

**10**

Asistencia a actividades formativas

Attendance to training activities

**01**

Patentes solicitadas

Patents applied for

# Clientes, socios y colaboradores

## Clients, partners and collaborators



Fuente: www.bfaero.es

### Con quiénes trabajamos y aprendemos

Los grupos de investigación involucrados en la consolidación de ITMATI cuentan con más de treinta y siete años de experiencia en transferencia de conocimiento a la empresa y con más de cien clientes. ITMATI, desde que comenzó su andadura en febrero de 2013, ha recogido parte de este trabajo y gracias a ello desde el año 2013 y hasta el año 2018 ha trabajado con más de cincuenta clientes distintos. Al finalizar el año 2018 el Centro cuenta con más de una treintena de clientes en activo.

### Who do we work with and learn from?

The research groups involved at ITMATI have more than thirty seven years' experience in knowledge transfer to companies and have over a hundred clients. Since ITMATI was set up in February 2013, it has worked with fifty different clients until 2018. At the end of 2018, the Center has more than thirty active clients.

Clientes en contratos de I+D+i

**37**  
Clients with R&D&i contracts

Empresas colaboradoras

**43**  
Collaborating companies

Centros tecnológicos

**07**  
Technology centers

Centros de investigación

**34**  
Research centers

Organismos y asociaciones

**21**  
Organisations and associations

## CLIENTES / CLIENTS

Adhex Tech Tapes S.L.	Gompute
Alcoa Norway Ans Avd Lista	IAuditoria
Analistas Financieros Internacionales (AFI)	Ideko S.Coop
Arcelormittal	IK4-Azterlan
Babcock Mission Critical Services Fleet Management S.A.	Ikerlan, S. Coop.
Balidea Consulting & Programming S.L.	Linnéuniversitetet (LNU)
Biomasa Forestal	Centro de Investigación Matheon de la Universidad Técnica de Berlín
BRDM Consultores Associados Ltda. (PREAMAR)	Microflown Technologies B.V.
CIE Galfor S.A.U	Norce Norwegian Research Center AS
Coremain S.L.U.	Norwegian University of Science and Technology (NTNU)
Cluster da Madeira e o deseño de Galicia (CMD)	Oxford Center for Industrial and Applied Mathematics (OCIAM) (Universidad de Oxford).
Danieli Officine Meccaniche SPA	Reganosa, S.A.
Ecomangement Technology S.L. (EcoMT)	Repsol, C.T.R.
Elkem AS	Silicio Ferrosolar S.L.
Eramet Norway Las Avd Kvinesdal	Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati di Trieste (SISSA)
FerroPem SAS	Technische Universität Berlin (TUB)
Ferrosolar R&D	Technische Universität München (TUM)
Fundación Pública Gallega Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA)	TSK Electrónica y Electricidad
Generalitat de Catalunya. Departament de Salut	Universidad de Edinburgo

## COLABORADORES / COLLABORATORS

Aeronaturics Business Factory/ ABF (GAIN, Igape, XesGalicia, Indra, Babcock, CTAG, CEL Fundation)	Máster de Matemática Industrial
Clúster Metalúrgico de Galicia (ASIME)	Máster en Técnicas Estadísticas
Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria	Red Española Matemática-Industria (math-in)
Escola Técnica Superior de Enxeñería (ETSE)	REPSOL
Facultad de Matemáticas USC	Universidade da Coruña
Fundación CESGA	Universidade de Santiago de Compostela
Grado de Matemáticas	Universidade de Vigo

# Acciones Internacionales

## International Actions

ITMATI considera la internacionalización como una actividad especialmente relevante y de vital importancia. Es por ello que ha intentado estar presente en distintas iniciativas relacionadas con la transferencia de tecnología matemática llevadas a cabo a nivel europeo.

Son varias las iniciativas que el Centro ha lanzado para fomentar su internacionalización, actividad imprescindible cara a garantizar su sostenibilidad en la actual coyuntura socio-económica, y también para avanzar hacia ser un centro de referencia internacional. Con una participación creciente en contratos y proyectos internacionales, en particular la facturación internacional en el año 2018 representa el 23,41% de la total.

Cómo socio institucional de la Red Española Matemática Industria (math-in), que participa en la European Service Network of Mathematics for Industry and Innovation (EU-MATHS-IN), el Centro está presente en el panorama europeo participando en las iniciativas llevadas a cabo por la red EU-MATHS-IN.

ITMATI considers internationalisation as a particularly relevant and vitally important activity. In that sense, it has been present in several initiatives related with the transfer of mathematical technology carried out at a European level.

There are numerous initiatives that the Center has launched to foster its internationalisation, which is essential in order to guarantee its sustainability in the current socio-economic situation, and also to move towards turning into an international reference center. With a growing participation in international contracts and projects, the international turnover during 2018 has represented 23,41% of the total amount.

As an institutional partner of the Spanish Network for Mathematics & Industry (math-in), which participates in the European Service Network of Mathematics for Industry and Innovation (EU-MATHS-IN), the Center is present in the European scene taking part in the initiatives carried out by EU-MATHS-IN network.

# Acciones Internacionales

## International Actions

Organizados por ITMATI  
Organised by ITMATI

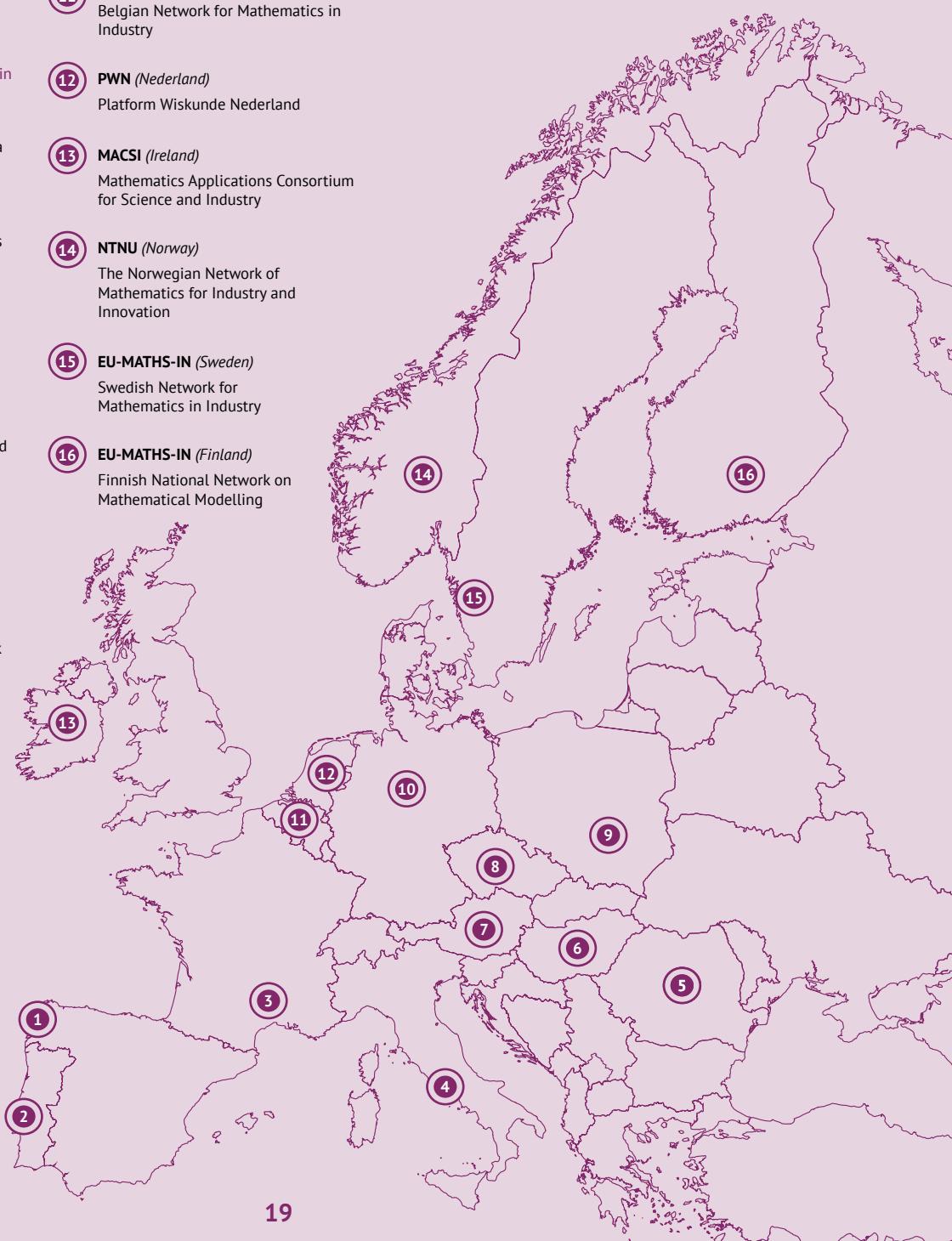
**Participaciones en Encuentros internacionales**  
**Participation at international events**

**Proyectos Europeos**  
**European Projects**

**Contratos de colaboración tecnológica con empresas y entidades extranjeras**  
**Technological collaboration contracts with foreign entities and companies**

**Fig. 8**  
**EU-MATHS-IN**  
European Service Network of Mathematics for Industry and Innovation

- ① **math-in (Spain)**  
Red Española Matemática-Industria
- ITMATI**  
Miembro institucional de math-in
- ② **PT-MATHS-IN (Portugal)**  
Rede Portuguesa de Matemática para a Indústria e Inovação
- ③ **AMIES (France)**  
Agence pour les mathématiques en interaction avec l'entreprise et la société
- ④ **SM[II]2 (Italy)**  
Sportello Matematico per l'industria italiana
- ⑤ **RoCAMI (Romania)**  
Romanian Consortium of Applied Mathematics in Industry
- ⑥ **HU-MATHS-IN (Hungary)**  
Hungarian Service Network for Mathematics in Industry and Innovations
- ⑦ **IMNA (Austria)**  
Industrial Mathematics Network for Austria
- ⑧ **EU-MATHS-IN (Czech Republic)**  
Czech Network for Mathematics in Industry
- ⑨ **PL-MATHS-IN (Poland)**  
Polish Service Network for mathematics in Industry and Innovations
- ⑩ **KoMSO (Germany)**  
Komitee für Mathematische Modellierung, Simulation und Optimierung
- ⑪ **BE-MATHS-IN (Belgium)**  
Belgian Network for Mathematics in Industry
- ⑫ **PWN (Nederland)**  
Platform Wiskunde Nederland
- ⑬ **MACSI (Ireland)**  
Mathematics Applications Consortium for Science and Industry
- ⑭ **NTNU (Norway)**  
The Norwegian Network of Mathematics for Industry and Innovation
- ⑮ **EU-MATHS-IN (Sweden)**  
Swedish Network for Mathematics in Industry
- ⑯ **EU-MATHS-IN (Finland)**  
Finnish National Network on Mathematical Modelling



## PROYECTOS EUROPEOS / EUROPEAN PROJECTS



### ROMSOC

*Reduced Order Modelling, Simulation and Optimization of Coupled systems  
(ITMATI-C51-2017)*

ITMATI participa como socio beneficiario en este proyecto, que se enmarca en el programa Marie Skłodowska-Curie del H2020, concretamente en el topic “H2020-MSCA-ITN-2017 Innovative Training Networks (ITN)” y en un tipo de acción específica para Doctorandos Europeos Industriales (European Industrial Doctorates, EID). ROMSOC constituye un programa europeo de doctorado industrial en el ámbito de la Matemática Industrial cuyo objetivo es formar, por medio de una red internacional de centros de investigación y empresas, a una nueva generación de investigadores creativos e innovadores, capaces de transformar los conocimientos y las ideas en productos y servicios.

Los proyectos de investigación industrial que se desarrollan en el marco de este proyecto en los que ITMATI participa son los siguientes:

*Efficient computational strategies for complex coupled flow, thermal and structural phenomena in parametrized settings, codirigido por las Investigadoras Adscritas Dra. Peregrina Quintela Estévez y Dra. Patricia Barral Rodiño en colaboración con la empresa italiana Danieli.*

*Mathematical modelling and numerical simulation of coupled thermo-acoustic multi-layer systems for enabling particle velocity measurements in the presence of airflow, dirigida por el Dr. Andrés Prieto Aneiros, en colaboración con la empresa holandesa Microflown.*

*Coupled parameterized reduced order modelling of thermos-hydro-mechanical phenomena arising in blast furnaces, codirigida por las Investigadoras Adscritas Dra. Peregrina Quintela Estévez y Dra. Patricia Barral Rodiño en colaboración con SISSA y la empresa ArcelorMittal.*

ITMATI participates as a beneficiary partner in this project, which lies within the framework of the H2020 Marie Skłodowska-Curie program, in particular under the topic “H2020-MSCA-ITN-2017 Innovative Training Networks (ITN)” and in a specific type of action for European Industrial Doctorates (EID). ROMSOC consists in a European doctoral program in the field of Industrial Mathematics, and its objective is to train, through an international network of research centers and companies, a new generation of creative and innovative researchers, capable of transforming knowledge ideas in products and services.

The industrial research projects that are being developed are the following:

*Efficient computational strategies for complex coupled flow, thermal and structural phenomena in parametrized settings, co-directed by the affiliated researchers Dr. Peregrina Quintela Estévez and Dr. Patricia Barral Rodiño, in collaboration with the Italian company Danieli.*

*Mathematical modelling and numerical simulation of coupled thermo-acoustic multi-layer systems for enabling particle velocity measurements in the presence of airflow, directed by Dr. Andrés Prieto Aneiros, in collaboration with the Dutch company Microflown.*

*Coupled parameterized reduced order modelling of thermos-hydro-mechanical phenomena arising in blast furnaces, co-directed by the affiliated researchers Dr. Peregrina Quintela Estévez and Dr. Patricia Barral Rodiño, in collaboration with SISSA and the company ArcelorMittal.*

## PROYECTOS EUROPEOS / EUROPEAN PROJECTS

### OTEAres

#### OTEAres

*Improvement of the remote expert system based on software OTEA  
(ITMATI-C50-2017)*

OTEAres se enmarca dentro de los proyectos de tecnologías de información y comunicación aplicados a la industria 4.0, enfocado a la mejora en eficiencia energética y mantenimiento de sistemas y equipos de producción. El objetivo principal del experimento OTEAres fue desarrollar una herramienta predictiva para detectar incidentes de mantenimiento antes de que ocurran, en base a los datos históricos en tiempo real monitorizados mediante la plataforma de gestión remota de instalaciones OTEA.

La herramienta que se implementó aplica algoritmos matemáticos y estadísticos para lograr un mantenimiento predictivo fiable, mejorando la eficiencia del sistema previo de la empresa, ampliando el ciclo de vida del equipamiento y permitiendo una gestión más inteligente de los recursos.

OTEAres is framed within the information and communication technologies projects applied to industry 4.0, focused on improving the energetic efficiency and maintaining production systems and equipment. The main objective of OTEAres experiment to deploy a predictive tool which enables to detect maintenance incidents before they happen, based on historical real time data monitored by means of the platform of remote management of facilities OTEA.

The tool that was implemented applies mathematical and statistical algorithms in order to get a reliable predictive maintenance, improving the efficiency of the company previous system, extending the equipment life cycle and allowing a smarter management of resources.



#### PreCom

*Predictive Cognitive Maintenance Decision Support System  
(ITMATI-C52-2017)*

El objetivo de este proyecto, es desarrollar y probar un sistema de toma de decisiones para mantenimiento predictivo que permita identificar y localizar daños, valorar su gravedad, predecir la evolución de los mismos, evaluar la vida útil, reducir la probabilidad de falsas alarmas, proporcionar un sistema de detección de fallos más preciso, emitir avisos que permitan realizar acciones de mantenimiento preventivo y, en última instancia, aumentar al menos en un 10% la eficiencia en servicio de las máquinas. El consorcio incluye 3 usuarios finales, 3 proveedores de máquina herramienta, 1 proveedor de componentes, 4 PYMES innovadoras, 3 organismos de investigación y 3 instituciones académicas de diferentes países: Suecia, Grecia, España, Francia, Alemania y Eslovaquia.

The objective of this project is to develop and test a decision making system for predictive maintenance that allows to identify and find damage, assess its severity, predict its evolution, evaluate its lifespan, decrease the probability of false alarms, provide a failure detection system more precise, send notifications that allow to develop predictive maintenance actions and ultimately, to increase at least a 10% of the efficiency of the machines.

The consortium includes 3 end-user factories, 3 machine-tool suppliers, 1 leading component supplier, 4 innovative SMEs, 3 research organizations and 3 academic institutions from different countries: Sweden, Greece, Spain, France, Germany and Slovakia.

## PROYECTOS EUROPEOS / EUROPEAN PROJECTS

---

H2020

### REDUCED ORDER MODELLING, SIMULATION AND OPTIMIZATION OF COUPLED SYSTEM

H20020-MSCA-ITN-2017

Innovative Training Networks



---

H2020

### IMPROVEMENT OF THE REMOTE EXPERT SYSTEM BASED ON SOFTWARE OTEA

Fortissimo 2: FoF-09-2015 - ICT

Innovation for Manufacturing SMEs (I4MS)



---

H2020

### PREDICTIVE COGNITIVE MAINTENANCE DECISION SUPPORT SYSTEM

H2020-FoF-09-2017 - Novel design and predictive maintenance technologies for increased operating life of production systems



## CONTRATOS DE COLABORACIÓN TECNOLÓGICA CON ENTIDADES Y EMPRESAS EXTRANJERAS

### ElMet

*Electrical conditions and their process interactions in high temperature metallurgical reactors (ITMATI-C32-2015).*

Proyecto en el marco de la convocatoria nacional noruega (SFI Application 2015).

Proyecto activo en el Centro desde octubre de 2015 y hasta julio de 2020 con NORCE AS, instituto de investigación industrial noruego. Proyecto en el ámbito de la simulación numérica y la industria metalúrgica.

## TECHNOLOGICAL COLLABORATION CONTRACTS WITH FOREIGN ENTITIES AND COMPANIES

### ElMet

*Electrical conditions and their process interactions in high temperature metallurgical reactors (ITMATI-C32-2015).*

Project in the framework of the Norwegian national call (SFI Application 2015).

Project started in October 2015 and to July 2020 with NORCE AS, a Norwegian industrial research institute. It falls within the field of numerical simulation and metallurgical industry.



*Dynamic Draft Study with Constant Environmental Variables (ITMATI-C48-2017).*

Proyecto en el ámbito de la simulación numérica y el calado dinámico con condiciones medioambientales constantes.

*3D Multiphysics simulation of electrodes in an electric arc furnace: electromagnetic-thermo-mechanical analysis (ITMATI-C49-2017).*

Proyecto en el ámbito de la simulación numérica para el análisis electromagnético-termomecánico de un horno de arco eléctrico.

*Dynamic Draft Study with Constant Environmental Variables (ITMATI-C48-2017).*

It falls within the field of numerical simulation of the dynamic draft under constant environmental conditions.

*3D Multiphysics simulation of electrodes in an electric arc furnace: electromagnetic-thermo-mechanical analysis (ITMATI-C49-2017).*

It falls within the field of numerical simulation for the electromagnetic-thermomechanical analysis of an electric arc furnace.

# 03

**Casos de éxito**

---

**Success stories**

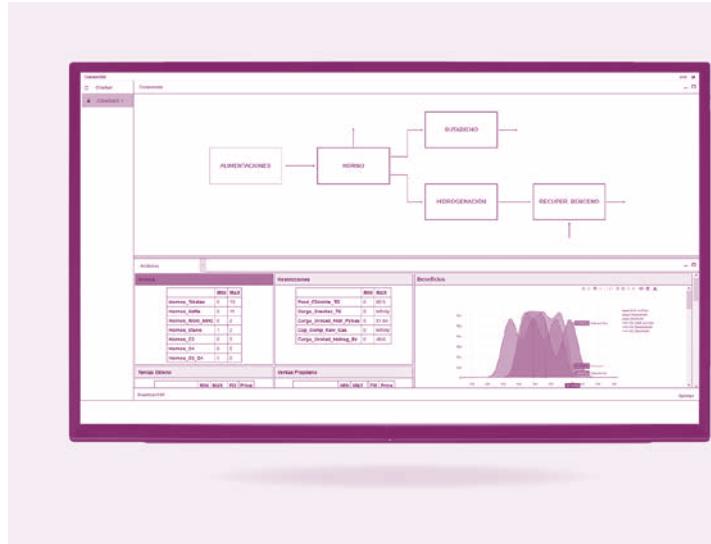
ITMATI ha conseguido optimizar procesos industriales de producción, fabricación, distribución y almacenamiento para diferentes clientes, ayudándoles a optimizar costes y tiempos de desarrollo, mejorando el diseño de sus productos y a tomar decisiones basadas en criterios objetivos.

---

ITMATI has optimised industrial processes regarding production, manufacturing, distribution and storage for different clients, helping them to minimize costs and development time improving the design of their products and to make decisions based on objective criteria.

# Optimización integral de la toma de decisiones en la industria

## Comprehensive optimization of decision making in the industry



Cliente / Client: Empresa del sector de la energía

### Descripción del proyecto

Investigar y desarrollar modelos basados en métodos matemáticos y computacionales para mejorar la optimización de planes de producción en plantas de proceso industrial, incluyendo incertidumbre en parámetros clave del proceso de decisión.

### Desafíos y objetivos

Optimizar y mejorar el proceso de toma de decisión en los planes de producción y de inversión.

Introducir la incertidumbre inherente al mercado al propio proceso productivo.

### Resultados y beneficios

La ventaja competitiva que ha obtenido la empresa haciendo uso de las Matemáticas como herramienta transversal ha sido optimizar su capacidad en la toma de decisiones, basadas en criterios más objetivos.

Diseñar y aplicar tecnologías de última generación en la toma de decisiones en escenarios de alta incertidumbre, contribuyendo a la sostenibilidad económica de plantas de proceso industrial.

Permite a la empresa realizar innovaciones más reseñables con respecto a sus competidores, la reducción de sus costes de producción, y al mismo tiempo de los tiempos de desarrollo de nuevas tecnologías.

### Project description

Research and develop models based on mathematical and computational methods to improve the optimization of production plans in industrial process plants, including uncertainty in key parameters of the decision process.

### Challenges and goals

Optimize and improve the decision-making process in production and investment plans.

Introduce the uncertainty inherent to the market to the production process itself.

### Results and benefits

The competitive advantage that the company has obtained by using Mathematics as a transversal tool has been to optimize its capacity to make decisions, based on more objective criteria.

To Design and apply the latest technologies in decision-making in scenarios of high uncertainty, contributing to the economic sustainability of industrial process plants.

It allows the company to carry out more remarkable innovations with respect to its competitors, the reduction of its production costs, as well as the lead times in the development of new technologies.

# ENJAMBRE

## Misiones críticas de emergencias con medios aéreos tripulados y no tripulados en vuelo cooperativo

## Critical emergency missions with manned and unmanned aerial vehicles in cooperative flights

**coremain**

### Descripción del problema

Desarrollo de sistemas inteligentes para el control avanzado de trayectorias, que permite la operación cooperativa entre aeronaves tripuladas y RPAS (operaciones de observación), ayudando a la caracterización del territorio y a la eficiencia de las operaciones de descarga en la lucha contra incendios forestales.

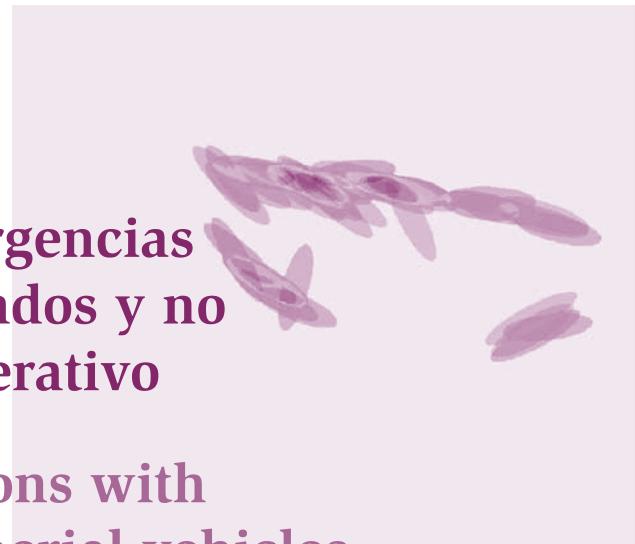
### Desafíos y objetivos

La elaboración de distintos sistemas expertos en la toma de decisiones en base a distinto tipo de información almacenada en grandes bases de datos. Se desarrollaron algoritmos para el tratamiento de los datos de la temperatura, y el cálculo de rutas de escape para las brigadas.

### Resultados y beneficios

Los resultados de este proyecto ha contribuido a desarrollar tecnologías para optimizar los esfuerzos dedicados a la extinción de incendios, que permiten reducir la superficie afectada, así como aumentar la seguridad de las brigadas, mejorar la coordinación en las operaciones de extinción, ampliar la franja horaria de actuación e introducir nuevos recursos aéreos en la lucha contra grandes incendios forestales.

Así mismo, permite reducir los costes de inversión, operación y mantenimiento de las operaciones, aumentando la cobertura y la eficiencia del servicio.



Cliente / Client: COREMAIN

### Project description

Development of intelligent system for advanced route control, allowing cooperative operations between manned aircrafts and RPAS (observational operations), helping to characterize the territory and the efficiency of unloading operations during fights against forest fires more efficient.

### Challenges and goals

The development of several expert systems for decision-making, based on different kinds of information stored in large databases. Algorithms for temperature data treatment and calculation of escape routes for the fire-fighting squads were developed.

### Results and benefits

The results of this project have contributed to the development of technologies to optimize the efforts dedicated to fire extinction which make it possible to reduce the affected surface, as well as to increase the security of the brigades, to improve the coordination in the extinction operations, widen the time slot for action and introduce new aerial resources in the fight against major forest fires.

Likewise, the investment, operation and maintenance costs of the operations can be reduced, increasing the coverage and efficiency of the service.

# ShipFEM Code

## Estudio del calado dinámico de buques bajo condiciones ambientales constantes

## Dynamic draft study with constant environmental variables



### Descripción del proyecto

Desarrollo de una herramienta de predicción del calado de buques para la optimización de la gestión portuaria.

### Desafíos y objetivos

Identificación de los fenómenos hidrodinámicos más relevantes bajo condiciones ambientales constantes.

Modelización matemática del problema hidrostático e hidrodinámico y resolución numérica del problema para obtener el calado dinámico del buque.

### Resultados y beneficios

El cálculo del calado dinámico empleando el código ShipFEM es eficiente y preciso.

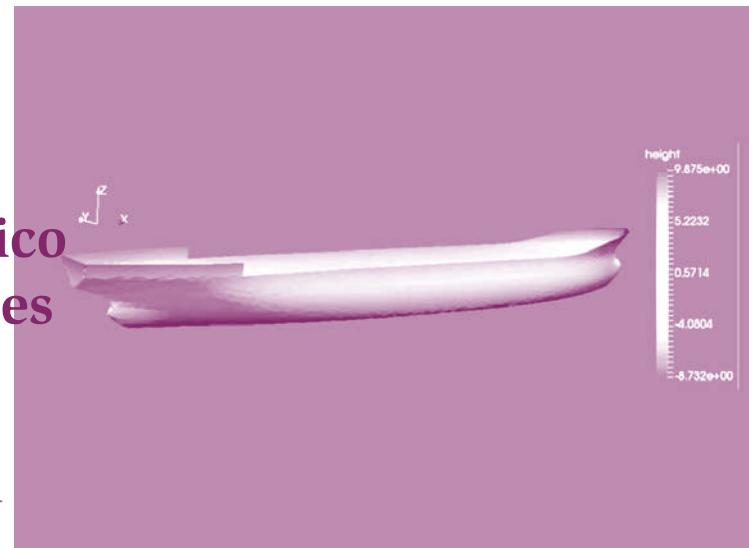
Ha sido incorporado a la herramienta de consultoría portuaria: i4cast.

Esta integración constituye una herramienta más completa y más competitiva en el mercado.

Se dispone de un sistema inteligente para ayudar en la toma de decisiones mediante monitorización.

Predicción de las condiciones oceánicas y climáticas.

Simulación de la influencia de las condiciones ambientales sobre las operaciones portuarias en cada embarcación.



Cliente / Client: i4SEA

### Project description

Development of a vessel draft prediction tool for the optimization of port management.

### Challenges and goals

Identification of the most relevant hydrodynamic phenomena under constant environmental conditions.

Mathematical modelling of the hydrostatic and hydrodynamic problems and their numerical resolution to obtain the dynamic draft of a ship.

### Results and benefits

The computation of the dynamic draft using the ShipFEM code is efficient and accurate.

This code has been incorporated into the port consulting tool: i4cast.

Its integration leads to a more complete and competitive tool in the market.

An intelligent system is available to assist in decision making through monitoring.

Prediction of oceanic and climatic conditions.

Simulation of the influence of environmental conditions on port operations on each vessel.

# OTEAres

## Mejora del sistema remoto experto basado en el software OTEA

## Improvement of the expert remote system based on OTEA software

# OTEAres

### Descripción del proyecto

Desarrollo de un sistema que, a través de la plataforma OTEA, dedicada a la gestión remota de instalaciones es capaz de predecir las incidencias de mantenimiento a través de la interpretación de los datos supervisados y puede aplicar reglas que mejoran la eficiencia del sistema y prolongan la vida útil del equipo.

### Desafíos y objetivos

Multiplicar el valor del sistema OTEA maximizando la eficiencia de las instalaciones y minimizando los recursos básicos de gestión.

Desarrollar una herramienta predictiva para detectar incidentes de mantenimiento antes de que ocurran.

### Resultados y beneficios

La herramienta que se ha implementado aplicará algoritmos matemáticos y estadísticos para lograr un mantenimiento predictivo fiable, mejorando la eficiencia del sistema previo, ampliando el ciclo de vida del equipamiento y permitiendo una gestión más inteligente de los recursos.

Además, se ha incrementado el valor de la plataforma OTEA ya que se ofrece un servicio más completo a los clientes a la vez que se han reducido los costes de mantenimiento.



FORTISSIMO

Este proyecto ha recibido financiación en el marco de la convocatoria "Fortissimo 2" del programa H2020 para investigación e innovación de la Unión Europea.

This project has received funding in the framework of "Fortissimo 2 call" for the H2020 program for research and innovation in the European Union.

Aplication experts



Universidade Vigo

HPC expert



HPC provider

GOMPUTE

Cliente / Client: ECOMT



### Project description

Development of a system that, through the OTEA platform remote management of facilities, is able of predicting maintenance incidents through the interpretation of the monitored data, and can apply rules that improve the efficiency of the system and extend the useful life of the equipment.

### Challenges and goals

Multiply the value of the OTEA system by maximizing the efficiency of the facilities and minimizing the basic management resources.

Develop a predictive tool to detect maintenance incidents before they happen.

### Results and benefits

The implemented tool applies mathematical and statistical algorithms to achieve reliable predictive maintenance, improving the efficiency of the previous system, extending the equipment life cycle and allowing a smarter management of resources.

In addition, the value of the OTEA platform has increased as a more complete service is offered to the clients while the maintenance costs have been reduced.

# Q4

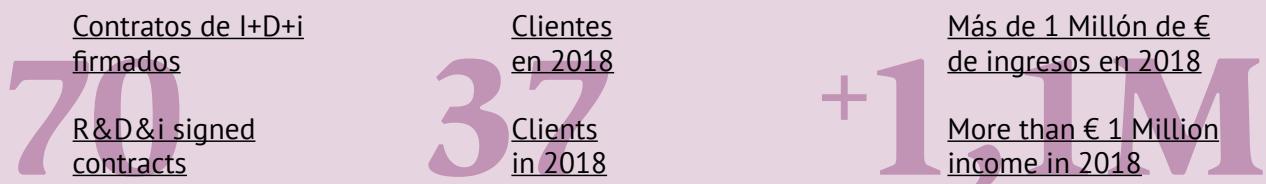
**2018  
Resumen  
de resultados**

---

**2018  
Summary  
of results**

# € 5.642.799,86

**Cifra de Negocio desde la creación de ITMATI**  
Turnover since ITMATI was created



80,18%	19,82%	87,89%	23,41%	11,85%
Cifra de negocio sector privado Turnover (%) private sector	Cifra de negocio sector público Turnover (%) public sector	Contratos de I+D+i y Transferencia R&D&i and transfer contracts	Cifra de negocio internacional Turnover (%) International	Convenios con administraciones públicas Agreements with public administrations

TIPO DE INGRESO TYPES OF INCOME	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Contratos de I+D+i con cliente final Direct R&D&i contracts with the final client	9.000,00	147.251,62	288.204,62	255.716,37	298.975,62	680.292,82
Contratos I+D+i por convocatoria pública R&D&i contracts by means of public call	121.116,18	330.666,61	587.371,09	535.958,02	560.558,02	212.645,54
Proyectos competitivos Competitive projects	-	36.885,71	183.120,50	208.479,59	555.519,10	88.136,87
Convenios Agreements	-	-	-	108.698,60	159.343,87	135.209,59
Aportación universidades University contributions	30.300,00	26.010,00	16.260,00	8.100,00	8.100,00	-
Formación, jornadas, workshops y otros Training, seminars, workshops and others	-	10.715,41	12.416,68	335,82	3.017,22	24.394,39
<b>TOTAL</b>	<b>160.416,18</b>	<b>551.529,35</b>	<b>1.087.372,89</b>	<b>1.117.288,40</b>	<b>1.585.513,83</b>	<b>1.140.679,21</b>

\* Ingresos ITMATI en el periodo 2013-2018. ITMATI incomes in the period 2013-2018.

\*\* Todas las cantidades están expresadas en Euros (€). All amounts are expressed in Euros (€).

INDICADOR / INDICATOR	2015	2016	2017	2018
Cifra de negocios Turnover	1.087.372,89 €	1.117.288,40 €	1.585.513,83 €	1.140.679,21 €
Ingresos por actividades I+D+i Income from R&D&i	1.071.112,89 €	1.000.489,80 €	1.416.952,74 €	1.002.509,93 €
Contratos firmados Signed contracts	10	8	13	12
Total contratos firmados (sumatorio interanual) Total of signed contracts (year-on-year sum)	37	45	58	70
Contratos activos Active contracts	29	18	23	26
Clientes en contratos de I+D+i Clients with R&D&i contracts	29	20	23	37
Nuevos clientes en contratos de I+D+i New clients with R&D&i contracts	4	5	3	7
Entidades con las que se colabora Collaborating entities	33	27	40	51
Eventos organizados o co-organizados Organised or co-organised events	7	16	9	8
Entidades a las que se han difundido las capacidades de ITMATI Entities in which have disseminated the capabilities of ITMATI	153	159	215	153
Menciones en medios de comunicación Mentions in the media	73	104	47	59
Nº de medios en los que ITMATI ha aparecido Different media where ITMATI has appeared in	43	50	28	37
Visitas al portal web www.itmati.org Visits to the website www.itmati.org	26.086	27.849	26.081	28.694
Países desde los que se ha visitado la web Countries from which the web has been visited	126	120	112	128
Igualdad de género en personal de ITMATI Gender equality among the ITMATI staff	58M - 22F	54M - 25F	57M - 29F	57M - 29F
Investigadores adscritos Affiliated researchers	42	44	46	41
Investigadores colaboradores del mundo académico e industrial Collaborating researchers from academia and industry	14	10	20	18
Número de empleados Number of employees	37	35	40	43
Número de empleos tecnológicos creados Number of technology related jobs created	12	11	21	10
Número de patentes solicitadas Number of patents applied for	-	-	-	1

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

## **NOTAS / NOTES**





**ITMATI.**  
**Instituto Tecnológico**  
**de Matemática Industrial**

Campus Vida.  
Santiago de Compostela, España

T. +34 881 813 357  
T. +34 881 813 223  
T. +34 881 812 989

[itmati@itmati.com](mailto:itmati@itmati.com)

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



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



UniversidadeVigo