

AD MAIOREM

Reporte Anual
Annual Report
2019

Innovación y tecnología
Innovation and technology





Aeroespacial
Aerospace

Defensa
Defence

Ferroviario
Railway

Industrial
Industrial

Telecomunicaciones
Telecommunications

Oil & Gas
Oil & Gas

Reporte Anual
Annual Report
2019

AD MAIOREM

Contenido • *Table of contents*

1. Carta del CEO • <i>Letter from the CEO</i>	7
2. Somos Ad Maiores • <i>We are Ad Maiores</i>	9
3. Internacionalización • <i>Internationalisation</i>	16
4. Sectores y gestión del negocio • <i>Business Management and Sectors</i>	19
4.1 Aeroespacial • <i>Aerospace</i>	21
4.2 Defensa • <i>Defence</i>	23
4.3 Ferroviario • <i>Railway</i>	25
4.4 Industrial • <i>Industrial</i>	27
4.5 Telecomunicaciones • <i>Telecommunications</i>	29
4.6 Oil & Gas • <i>Oil & Gas</i>	31
5. Nuestros Proyectos • <i>Our projects</i>	33
6. Nuestros clientes • <i>Our clients</i>	86
7. Resultados 2019 • <i>Results 2019</i>	88



Francesco Cognata
CEO
Ad Maiorem

1. Carta del CEO

Letter from the CEO

Os quiero dar la bienvenida y agradeceros el interés mostrado en las actividades que Ad Maiores realizó en el pasado ejercicio correspondiente al año 2019.

Este ha sido un año crucial para nuestra empresa, que estoy seguro, trascenderá a lo largo de nuestra historia corporativa. En línea con las estrategias de internacionalización, hemos abierto oficinas en Milán (Italia) y en Ámsterdam (Países Bajos), que se suman a las actividades de nuestra oficina matriz en Madrid (España) para extender nuestro conjunto de servicios de consultoría a un mayor número de empresas interesadas en el desarrollo de proyectos de innovación tecnológica a gran escala.

De esta forma, nos hemos mantenido fieles a la misión de atender a nuestros clientes en cada una de las etapas de sus proyectos y a seguir forjando una amplia red profesional de talentos tecnológicos; situación que nos incentiva a seguir creciendo con responsabilidad y compromiso en un futuro mejor para todos. ¿Cómo lo hacemos?, en primer lugar, poniendo el foco en el desarrollo de cada una de nuestras líneas de negocio y respondiendo rápidamente a las necesidades de nuestros clientes. Además, generamos valor y altos estándares de eficiencia y rentabilidad con políticas de desarrollo para nuestro equipo y una visión de sostenibilidad transversal de todo el negocio.

El año 2019 ha representado un escenario de bajo crecimiento económico para la Eurozona. Según la Oficina Europea de Estadística- Eurostat, el PBI creció un 1,2% frente al 1,8% registrado en 2018 y al 2,4% en 2017. Por otro lado, si hablamos del sector tecnológico, éste registró una financiación de 31 mil millones de euros, lo que supone un crecimiento del 39% con respecto al 2018; una buena noticia teniendo en cuenta el entorno económico antes mencionado. Es importante remarcar que Europa cuenta con empresas que participan en un mercado

I would like to welcome you and take this opportunity to thank you for the interest shown in the activities which Ad Maiores undertook in 2019.

This has been a key year for our company, which I am convinced will prevail throughout our corporate history. In line with internationalisation strategies, offices in Milan (Italy) and Amsterdam (The Netherlands) have been opened, which are incorporated into the activities of our head office in Madrid (Spain) in order to expand our range of consulting services to a larger number of companies interested in developing large-scale technological innovation projects.

In this fashion, we have faithfully adhered to the mission of assisting our clients at each stage of their projects and to further build a vast professional technological talents network; a situation which motivates us to continue to grow with responsibility and commitment to a better future for all. How do we do it? First of all, by placing the focus on the development of each of our business lines and responding quickly to the needs of our clients. Furthermore, generating value and high standards of efficiency and profitability with development policies for our team and a vision of transversal sustainability across the entire business.

2019 has been a scenario of sluggish economic growth for the Eurozone. According to the European Statistical Office - Eurostat, the GDP grew by 1.2% as compared to 1.8% in 2018 and 2.4% in 2017. Moreover, when mentioning the technology industry, the sector recorded financing of 31 billion Euros, representing a growth of 39% as compared to 2018; which is good news taking into account the aforementioned economic environment. It is important to note that Europe has companies which participate in the new technologies market that represent very significant growth niche markets in the near future.

de nuevas tecnologías que suponen nichos de crecimiento muy importantes en un futuro cercano.

En este sentido, nuestros esfuerzos nos han permitido ingresos de 3,9 millones de euros, representando un crecimiento del 73,6% con respecto al ejercicio anterior. Asimismo, durante este año, nuestra gestión se enfocó en el desarrollo de proyectos para clientes multinacionales en el ámbito de la innovación tecnológica, que participan en sectores de nuestro interés como es el caso del sector ferroviario (41%), aeroespacial (37%), defensa (20%) y otros (2%). El resultado de nuestras operaciones ha sido positivo, también gracias al crecimiento de nuestro personal: +44% en comparación con 2018. Además, la gestión eficiente permitió conseguir un margen EBIT del 17%, +3,4 puntos básicos en comparación con 2018.

Frente a esta coyuntura, resalto nuestro compromiso por seguir construyendo un espacio para impulsar la innovación en los mercados en los que ya operamos y aprovechar la mayor cantidad de oportunidades de crecimiento que se presenten. Asimismo, quiero agradecer el esfuerzo de todos los colaboradores de la empresa, algo fundamental para lograr todo lo que nos proponemos.

A continuación, y para concluir, quiero presentarles nuestro Reporte Anual 2019.

Muchas gracias.

In this regard, our efforts have enabled us to obtain revenues of 3.9 million Euros, representing a growth of 73.6% as compared to the previous financial year. Likewise, during this year, our management focused on the development of projects for multinational clients in the technological innovation field clients which participate in sectors of our interest such as the railway sector (41%), aerospace (37%), defence (20%) and others (2%). The result of our operations has been positive, likewise thanks to the growth of our personnel: + 44% as compared to 2018. Furthermore, an efficient management has enabled us to obtain an EBIT margin of 17%, +3.4 basis points as compared to 2018.

In light of this situation, I wish to underscore our commitment to continue building a space to foster innovation in the markets where we are already present and to pursue the greatest number of growth opportunities that arise. Likewise, I would like to thank the effort of all the company's collaborators, which is paramount in order to obtain all we do or propose to do.

Next, and in conclusion I would like to present our 2019 Annual Report.

Thank you.



Francesco Cognata
CEO
Ad Maiorem

2. Somos Ad Maiorem

We are Ad Maiorem

2.1 Acerca de nosotros

Somos una firma independiente de consultoría tecnológica de gran valor añadido que ofrece soluciones a medida para desarrollar proyectos de ingeniería e innovación, líder en los sectores Aeroespacial, Defensa, Ferroviario, Industrial, Telecomunicaciones y Oil & Gas en Europa.

Nuestra apuesta por la tecnología se convierte en uno de los pilares más fuertes de nuestra gestión, lo que nos ha permitido abordar con eficiencia los requerimientos de nuestros clientes, desarrollar grandes proyectos y tejer una red de profesionales altamente cualificados que son parte de nuestros proyectos a nivel mundial.

About Ad Maiorem

We are an independent technology consultancy company with high added value which offers tailored solutions to develop engineering and innovation projects, a leader in the Aerospace, Defence, Railway, Industrial, Telecommunications and Oil & Gas sectors in Europe.

Our commitment to technology becomes one of the strongest pillars of our management, which has enabled us to efficiently address the requirements of our clients, develop major projects and set up a network of highly qualified professionals who are part of our projects on a worldwide level.



Estamos comprometidos con la gestión
responsable de nuestros recursos
*We are committed to the responsible
management of our resources*

• • •



14
años de experiencia
years of experience



3
sedes en Europa
offices in Europe



150+
proyectos
projects



100+
profesionales
professionals



10
países atendidos
countries covered

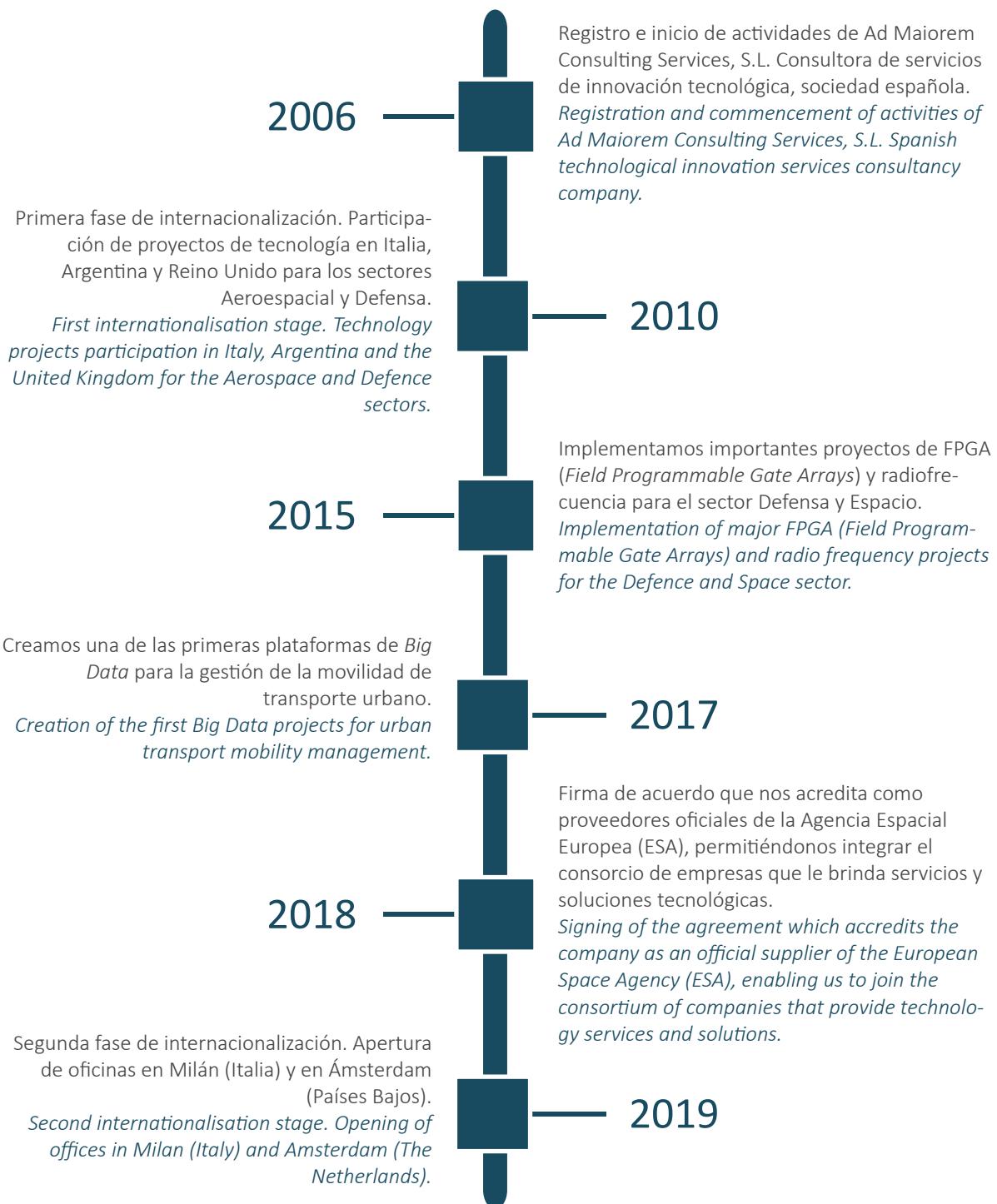


20+
grandes clientes
major clients

2.2 Nuestra historia

Our history

Principales hitos *Major milestones*



2.3 Nuestra cultura

Our culture

Un equipo con alto grado de compromiso por la tecnología y el cuidado de nuestras personas.



A team possessing a high level of commitment to technology and looking after our own.

2.3.1 Visión

Ser un referente estratégico de innovación tecnológica a nivel internacional, comprometidos con la satisfacción de nuestros clientes y el desarrollo de nuestro equipo.

Vision

To be a strategic reference benchmark for technological innovation at an international level, committed to the satisfaction of our clients and the growth of our team.

2.3.2 Misión

Brindar a nuestros clientes soluciones innovadoras para la gestión de proyectos tecnológicos de alto impacto social, proporcionándoles el asesoramiento y las competencias necesarias para la creación de valor y el éxito de cada una de sus acciones.

Mission

Providing our clients with innovative solutions for the management of technological projects with high social impact, supplying the advice and expertise necessary for the creation of value and the success of each of their actions.

2.3.3 Valores

- **Honestidad:**

Actuamos con sinceridad y veracidad en todos nuestros procesos. Gestionamos nuestra actividad empresarial con transparencia, comprometidos con el desarrollo en conjunto.

Values

- **Honesty:**

To act with honestly and truthfulness in all our processes. Managing our business activity with transparency, committed to development overall.

- **Talento:**

No solo aportamos conocimiento y experiencia, sino que además trabajamos desde la empatía y el positivismo para lograr que la excelencia individual contribuya al éxito general.

- **Talent:**

Not only contributing expertise and experience, but likewise working from empathy and positivism perspective to ensure that individual excellence contributes to overall success.

- **Innovación:**

Desempeñamos un rol protagónico en el diseño y desarrollo de nuevas tecnologías. Utilizamos nuestra experiencia para implementar soluciones al servicio de nuestros clientes y de la sociedad.

- **Innovation:**

Playing a key role in the design and development of new technologies. Using our experience to implement solutions at the service of our clients and society.

- **Proyección:**

Pensamos en futuro. Queremos ir más allá y ser el nexo entre personas, nuevas ideas y grandes posibilidades.

- **Projection:**

Thinking ahead. Wishing to go further and to be the nexus between people, new ideas and great opportunities.

- **Ética:**

Nos regimos bajo normas y principios que regulan el respeto por las personas, el entorno y la diversidad. Este representa nuestro método para construir relaciones sólidas y de confianza.

- **Ethics:**

We are governed by rules and principles which regulate respect for individuals, the environment and diversity. This represents our method of building solid and trust-based relationships.

AD MAIOREM



¡Tu puerta hacia el futuro!
Your gate to the future!

2.3.4 Equipo ejecutivo *Executive team*

Al cierre de este reporte, el equipo ejecutivo de Ad Maiorem está compuesto por nueve miembros, encargados de definir las estratégicas y el diseño de los planes de acción según el cronograma anual de actividades, asegurando su cumplimiento eficaz a nivel operativo.

At the closing of this report, the Ad Maiorem executive team is made up of nine members, responsible for defining the strategies and the design of the action plans according to the annual schedule of activities, ensuring their effective compliance at the operational level.

Tu desarrollo, nuestro compromiso
Your development, our commitment



Francesco Cognata
CEO

1

Cristina Moreno
Country Manager Spain

2

Alessandro Asaro
Country Manager Italy

3

Silvia Huerta
Head of Talent Acquisition

4

Luis Feijoo
Marketing

5

Cristina Puente
Talent Acquisition Advisor

6

Laura Ortea
Talent Acquisition Advisor

7

Iván Lugo
Talent Acquisition Advisor

8

Adriana González
Administration

9

3. Internacionalización *Internationalisation*



Madrid
Milán
Amsterdam

Conscientes de las nuevas exigencias del mercado mundial de la tecnología, de la importancia de adaptarnos a un escenario económico global acorde a nuestra visión de futuro, cristalizamos el deseo de expandir nuestra marca. Actualmente contamos con una sede principal en Madrid y dos oficinas, una en Italia y otra en Países Bajos.

Hacia el año 2010, tuvimos nuestra primera experiencia internacional. Implementamos tres proyectos de tecnología en los sectores aeroespacial y defensa. En Argentina coordinamos las actividades de *assembly integration* y *testing* de una plataforma satelital; en Italia nos encargamos del diseño de sistemas ópticos embarcados en satélites; y en el Reino Unido, diseñamos y desarrollamos el sistema para estructuras navales (*outfitting*) de un submarino nuclear. Paso seguido, y debido a una exitosa gestión, estudiamos la posibilidad de ampliar nuestros horizontes fuera del mercado español.

Aware of the new requirements of the world technology market, of the importance of adapting to a global economic scenario according to our vision of the future, the desire to expand our brand is crystallised. We currently have a head office in Madrid and two offices, one in Italy and the other in The Netherlands.

Around 2010, we had our first international experience. The implementation of three technology projects in the aerospace and defence sectors. In Argentina the coordination of the assembly integration and testing activities of a satellite platform; in Italy we were commissioned the design of the optical systems on board satellites; and in the United Kingdom, the design and development of the naval structures (outfitting) system of a nuclear submarine. Next, and due to a successful management, the opportunity of widening our horizons outside the Spanish market was studied.



El resultado de la prospección nos llevó a definir como destinos de interés Italia y Países Bajos.

Según el Fondo Monetario Internacional (FMI), en 2019, Italia registró un PIB anual de 1.787,7 millones de euros, mientras que los Países Bajos registraron un PBI anual de 812 millones de euros. Ambos representan la cuarta y sexta economía más grande de Europa, y se posicionan en el puesto 51 y 36 del *Ease of Doing Business Ranking* (índice de facilidad para hacer negocios) a nivel mundial.

Tanto Italia como los Países Bajos tienen una importante participación en el desarrollo tecnológico de los sectores aerosespacial, transporte y telecomunicaciones. Ésta fue la razón por la que decidimos iniciar la implantación de nuestras oficinas en las ciudades de Milán y Ámsterdam a finales de 2019.

Trabajamos con una metodología que se basa en un exhaustivo análisis entre las necesidades reales del proyecto y las competencias de nuestros consultores altamente cualificados en las diversas disciplinas tecnológicas. De esta forma, proporcionamos modelos de gestión satisfactorios que ayuden a nuestros clientes a lograr sus objetivos.

The result of the survey led us to specify Italy and The Netherlands as destinations of interest.

According to the International Monetary Fund (IMF), in 2019, Italy recorded an annual GDP of 1,787.7 million Euros, whilst The Netherlands recorded an annual GDP of 812 million Euros. Both represent the fourth and sixth largest European economies and are ranked 51st and 36th in the Ease of Doing Business Ranking worldwide.

Both Italy as well as The Netherlands have a major participation in the technological development of the aerospace, transport and telecommunications sectors. This was the reason why it was decided to set in motion the implementation of our offices in the cities of Milan and Amsterdam in late 2019.

We work with a methodology that is based on a comprehensive analysis between the actual requirements of the project and the expertise of our highly qualified consultants in the various technological disciplines. In this fashion, offering satisfactory management models which assist our clients to attain their objectives.

• • •



Participamos en todo el ciclo de vida de proyectos relacionados
con los sectores más importantes

*Participation throughout the life cycle of projects in relation to the
major sectors*

4. Sectores y gestión del negocio

Business Management and Sectors

En el ejercicio correspondiente al año 2019, Ad Maiores registró ventas por un total de 3,9 millones de euros, una cifra superior en un 73,6% en comparación a las cifras alcanzadas en el año anterior (2,2 millones de euros).

Este resultado ha sido posible gracias a una mayor actividad en los principales sectores en los que desarrollamos nuestros proyectos: aeroespacial, defensa y ferroviario. En particular, en los dos primeros, hemos duplicado nuestra facturación con respecto a 2018. Los proyectos aeroespaciales y de defensa supusieron el 57% de la facturación de 2019 (37% y 20% respectivamente). Además, en el caso del sector ferroviario, los proyectos realizados supusieron el 41% de la facturación en el ejercicio 2019, registrando un crecimiento del 55% en comparación con la facturación generada por este sector en 2018.

Al mismo tiempo, durante 2019 reforzamos nuestra plantilla incrementándola en un 44% con respecto al año anterior. Al final de este ejercicio, nuestro personal fue designado a diversos proyectos tecnológicos, desplegando nuestras soluciones especializadas para desarrollar ideas, emprender retos de innovación y ejecutar proyectos centrados exclusivamente en satisfacer las necesidades de nuestros clientes.

A continuación, se ofrece el panorama global de la gestión comercial y de operaciones realizado en cada uno de nuestros sectores de interés más importantes.

In the 2019 financial year, Ad Maiores recorded sales for a total of 3.9 million Euros, a figure which is 73.6% higher as compared to the figures obtained in the previous financial year (2.2 million Euros).

This growth was obtained due to increased activity in the main sectors where our projects are undertaken: aerospace, defence and railway. In particular, in the first two sectors, our turnover as compared to 2018 has doubled. Aerospace and defence projects accounted for 57% of the turnover (37% and 20% respectively) for 2019. Furthermore, as regards the railway sector, the projects undertaken accounted for 41% of the turnover in 2019, registering a 55% growth as compared to the turnover generated by this sector in 2018.

At the same time, during 2019 our workforce was reinforced, increasing same by 44% as compared to the previous year. At the end of that financial year, our personnel was assigned to various technology projects, providing our specialised solutions in order to develop ideas, undertake innovation challenges, and the execution of projects focused solely on meeting the needs of our clients.

The following is an overview of the commercial and operations management carried out in each of our major sectors of interest.





4.1 Aeroespacial *Aerospace*

El sector Aeroespacial cuenta con importantes inversiones en desarrollo tecnológico como consecuencia de la exigente criticidad de sus operaciones. En 2019, Ad Maiores registró un ingreso de 1,4 millones de euros provenientes de este sector, doblando los ingresos de 2018.

Durante el año la compañía participó de importantes proyectos aeroespaciales, brindando soluciones tecnológicas a grandes firmas internacionales como:

- Diseño y desarrollo de equipos para comunicaciones satelitales, sistemas de tráfico aéreo, sistemas para el control satelital, sistemas para la integración de mecanismos aeroespaciales, sistemas y equipos GNSS e integración del Galileo Ground Segment.
- Ingeniería de sistemas para AOCs, GNC e instrumentos ópticos a bordo de plataformas satelitales.
- *Product Assurance, Safety and RAMS*.

The Aerospace sector has significant investments in technological development as a result of the strict criticality of its operations. In 2019, Ad Maiores registered a turnover of 1.4 million Euros from this sector, doubling the 2018 turnover.

During the year the company participated in major aerospace projects, providing technological solutions to leading international companies such as:

- *Design and development of satellite communications equipment, air traffic systems, satellite control systems, aerospace mechanism integration systems, GNSS systems and equipment and integration of the Galileo Ground Segment.*
- *Systems engineering for AOCs, CNG and optical instruments on board satellite platforms.*
- *Product Assurance, Safety and RAMS analysis.*





4.2 Defensa *Defence*

El gasto anual en el sector Defensa a nivel mundial asciende a casi 18 billones de euros anuales, y cuenta con una tasa de crecimiento del 3%, posicionándose como uno de los sectores más rentables de la economía mundial. En el caso de Ad Maiores, en 2019, se doblaron los ingresos de este sector con respecto al año anterior, siendo este, un total de 0,8 millones de euros.

En 2019, Ad Maiores reforzó su oferta de soluciones tecnológicas para el sector Defensa, destacando por su importancia las siguientes:

- Desarrollo de *software* para simuladores de vuelo de sistemas de entrenamiento aéreo.
- Desarrollo e integración de sistemas y subsistemas de funcionamiento, estructura y equipamiento de fragatas y submarinos.
- Desarrollo y validación de componentes electrónicos para sistemas guiados.
- Diseño y desarrollo de dispositivos electrónicos de sistemas anti-disturbio, *hardware* y *software* para herramientas y equipos tecnológicos de defensa, sistemas de radar para aplicaciones navales y aeronáuticas.
- Integración, validación y desarrollo de sistemas de control de tráfico aéreo (*Flight Data Processing*, FDP).

Annual expenditure in the Defence sector worldwide amounts to almost 18 billion Euros per year, and has a growth rate of 3%, positioning itself as one of the most profitable sectors of the global economy. Insofar as Ad Maiores is concerned, in 2019, the revenues from this sector doubled as compared to the previous year, this being a total of 0.8 million Euros.

In 2019, Ad Maiores reinforced its technological solutions offering for the Defence sector, noteworthy due to its importance are the following:

- *Software development for flight simulators of air training systems.*
- *Development and integration of operating systems and subsystems, structure and equipment for frigates and submarines.*
- *Development and validation of electronic components for guided systems.*
- *Design and development of electronic devices for anti-disturbance systems, hardware and software for defence technological tools and equipment, radar systems for naval and aeronautical uses.*
- *Integration, validation and development of air traffic control systems (Flight Data Processing, FDP).*





4.3 Ferroviario *Railway*

El sector Ferroviario representa el sector más importante para nuestra gestión en 2019. Logramos recaudar 1,6 millones de euros, 55% mayor que en 2018, siendo nuestro nicho de negocio con mayor retorno en este ejercicio.

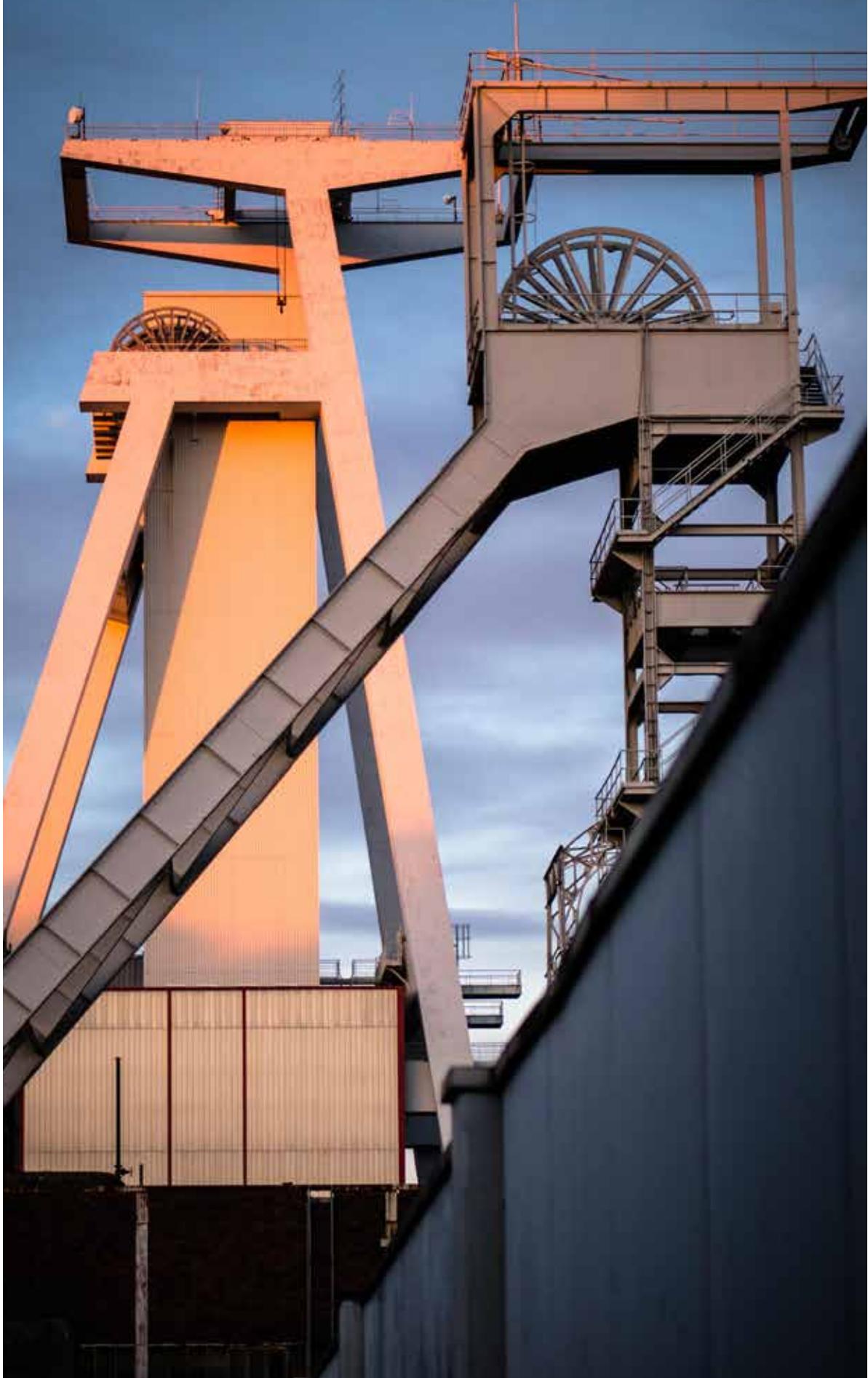
A nivel mundial, cuenta con importantes índices de crecimiento, una alta especialización profesional y una amplia gama de servicios de valor añadido que lo posicionan como uno de los sistemas de transporte con mayor proyección de desarrollo. Las soluciones ferroviarias más demandadas por nuestros clientes a lo largo de todo el 2019 se detallan a continuación:

- *Big Data* para distintas aplicaciones ferroviarias.
- Desarrollo de sistemas integrales de *ticketing* para el transporte ferroviario.
- Desarrollo de *software* embebido para distintos sistemas y productos de señalización ferroviaria e información al viajero.
- *Safety* y análisis de RAMS.
- Sistemas de gestión y control de trenes:
 - *European Rail Traffic Management System (ERTMS)*,
 - *Communications-Based Train Control (CBTC)*,
 - *Automatic Train Protection (ATP)*,
 - *Automatic Train Operation (ATO)*, y
 - Control de Tráfico Centralizado (CTC).
- Verificación y validación de sistemas ferroviarios.

The Railway sector represents the key sector for our management in 2019. Obtaining revenues of 1.6 million Euros, 55% higher than in 2018, this being our business niche market with the highest return this financial year.

Globally, the railway market has significant growth rates, a high professional specialisation and a wide range of value-added services that position it as one of the transport systems with the greatest development forecast. The railway solutions frequently demanded by our clients throughout 2019 are specified below:

- *Big Data for diverse railway applications.*
- *Development of comprehensive ticketing systems for railway transport.*
- *Development of embedded software for different railway signalling systems and products and passenger information.*
- *Safety and RAMS analysis.*
- *Train management and control systems:*
 - *European Rail Traffic Management System (ERTMS)*,
 - *Communications-Based Train Control (CBTC)*,
 - *Automatic Train Protection (ATP)*,
 - *Automatic Train Operation (ATO)*, and
 - *Centralised Traffic Control (CTC)*.
- *Railway systems verification and validation.*





4.4 Industrial *Industrial*

Ofrecemos soluciones sostenibles en diversos proyectos relacionados con las más importantes industrias, participando activamente para fortalecer la innovación y el desarrollo de mercados de gran complejidad como la construcción, electromedicina, energías renovables, entre otros.

Nos enfocamos en mejorar la eficiencia y productividad durante todo el ciclo de vida de proyectos industriales. Para ello, contamos con soluciones personalizadas para cualquier tipo de requerimiento:

- Desarrollo de *software* y *hardware* para equipos de electromedicina y sistemas de control tipo SCADA.
- Gestión integral de proyectos en el ámbito de las energías renovables (eólico, solar, etc.) y para la construcción de plantas de producción energética.
- Ingeniería de sistemas para equipos rotativos en plantas de refino.

Offering sustainable solutions in several projects related to the major industries, actively participating to reinforce innovation and the development of highly complex markets such as construction, electromedicine, renewable energy, among others.

Focusing on improving efficiency and productivity throughout the life cycle of industrial projects. For that purpose, having customised solutions for any type of requirement:

- *Development of software and hardware for electromedical equipment and SCADA-type control systems.*
- *Comprehensive project management in the renewable energy (wind, solar etc.) field and for the construction of energy production plants.*
- *Systems engineering for rotating equipment in refining plants.*





4.5 Telecomunicaciones *Telecommunications*

En Ad Maiorem, desarrollamos soluciones disruptivas para el sector de las telecomunicaciones. Intervenimos en todas las etapas vinculadas al diseño y desarrollo de herramientas para la conectividad y transmisión de datos como redes de difusión audiovisual, *Smart City*, IoT & Seguridad, DAS (*Distributed Antenna System*), *Small Cells*, infraestructura, entre otros.

Nuestros servicios de telecomunicaciones abarcan las siguientes soluciones:

- Análisis y definición de equipos de prueba y elementos de red.
- Análisis, diseño y desarrollo de software para equipos de video vigilancia (CCTV).
- Análisis, diseño y pruebas de implementación OSS (*Operational Support System*).
- Desarrollo de *hardware* y *software* embebido para equipos de transmisión digital.
- Gestión integral de proyectos para redes de próxima generación (NGN, *Next Generation Networking*).
- Implementación de sistemas de comunicación y control de tráfico para equipos embarcados de buses de transporte urbano.
- Ingeniería de sistemas para la innovación en tecnologías de acceso.
- Soluciones integrales de gestión de proyectos para VoIP y Video.

At Ad Maiorem, we develop disruptive solutions for the Telecommunications sector. Participating in all stages related to the design and development of connectivity and data transmission tools such as audiovisual broadcast networks, Smart City, IoT & Security, DAS (Distributed Antenna System), Small Cells, infrastructure, among others.

Our telecommunications services include the following solutions:

- *Analysis and definition of test equipment and network elements.*
- *Analysis, design and development of software for video surveillance equipment (CCTV).*
- *Analysis, design and OSS (Operational Support System) implementation testing.*
- *Development of embedded hardware and software for digital transmission equipment.*
- *Comprehensive project management for Next Generation Networks (NGN, Next Generation Networking).*
- *Implementation of communication and traffic control systems for onboard equipment of urban transport buses.*
- *Systems engineering for innovation in access technologies.*
- *Comprehensive project management solutions for VoIP and Video.*





4.6 Oil & Gas

Oil & Gas

Nuestra experiencia en el sector Oil & Gas, se centra, principalmente, en implementar acciones para la mejora de la transición energética y la adaptación al cambio climático en diversos entornos, con el objetivo de hacer eficiente cada uno de los procesos del proyecto y de mitigar las consecuencias del cambio climático.

En Ad Maiorem, contamos con soluciones innovadoras para la digitalización y la transición energética en el sector hidrocarburos, necesarios para abordar toda la cadena de valor en proyectos del sector como sistemas de automatización, fibra óptica, inteligencia artificial, *Big Data*, entre otros, brindándoles un panorama de evolución tecnológica:

- Diseño de sistemas HVAC (*Heating, Ventilation and Air Conditioning*) y fire fighting.
- Diseño y cálculos de equipos rotativos y/o estáticos.
- Estimación de coste en fase de oferta y control de coste en obra.
- *Planning engineering* en fase de diseño, construcción y puesta en marcha de plantas de Oil & Gas.
- *Quality assurance, RAMS & risk analysis* (es. HAZOP, FMEA, etc.).

Our experience in the Oil & Gas sector is mainly focused on implementing actions in order to improve the energy transition and adaptation to climate change in various settings, for the purposes of making each of the project processes efficient and mitigating the consequences of climate change.

At Ad Maiorem, having available innovative solutions for digitisation and energy transition in the hydrocarbons sector, which are required to address the entire value chain in sector projects such as automation systems, fibre optics, artificial intelligence, Big Data, among others, providing these with a technological evolution landscape.

- *Design of HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) and fire fighting systems.*
- *Rotating and/or static equipment design and calculations.*
- *Cost estimation in the tender phase and construction cost control.*
- *Planning engineering in the design, construction and start-up phase of Oil & Gas plants.*
- *Quality assurance, RAMS & risk analysis (esp. HAZOP, FMEA etc.).*



Nos basamos en la proyección e innovación tecnológica para
consolidar proyectos sostenibles en un entorno de constante cambio
*We rely on technological projection and innovation to consolidate
sustainable projects in an ever changing environment*

5. Nuestros proyectos

Our projects

• Proyectos aeroespaciales:

- Galileo: *European GNSS Service Centre (GSC)*
- Galileo: *Public Regulated Service (PRS)*
- Instrumento CLIM para Co2M
- Instrumento ISSIS para el WSO-UV
- iTEC: sistema de tráfico aéreo para NATS
- NLES: sistema para radio frecuencia
- Sistema EYWA: desarrollo del portal web
- *Tactical Trajectory Module (TTM)*
- WEAVE: sistema de traslación de enfoque del WHT

• Proyectos de defensa:

- FDP (*Flight Data Processing*) - iCAS
- *Missile Warning Processor*
- RESM U-212 1ST BASCH

• Proyectos ferroviarios:

- CBTC (*Communications-Based Train Control*)
- Centro de Tráfico Centralizado de El Berrón, Cantabria, en España
- Concentrador de contadores de ejes ferroviarios
- Core Evolution: *ticketing* para el metro de Kuala Lumpur, en Malasia
- ENCE V4: sistema de enclavamiento electrónico
- Nuevo metro de Navi Mumbai, en India
- Plataforma de Unidad Lógica Distribuida (ULD)
- RBC (*Radio Block Centre*) - Zone Controller
- SCI-CC-A: protocolo de comunicación ferroviaria
- SITRA+: regulación de tránsito ferroviario
- *Ticketing* para el sistema de transportes de Riad, Arabia Saudita

• Proyectos de transporte:

- Pupitre: dispositivo embarcado para buses de transporte público
- Web SAE: unidad embarcada Nauta

• Aerospace projects:

- Galileo: *European GNSS Service Centre (GSC)*
- Galileo: *Public Regulated Service (PRS)*
- CLIM instrument for Co2M
- ISSIS instrument for WSO-UV
- iTEC: *air traffic system for NATS*
- NLES: *Radio frequency system*
- EYWA system: *Web Portal Development*
- *Tactical Trajectory Module (TTM)*
- WEAVE: *WHT focus translation system*

• Defence projects:

- FDP (*Flight Data Processing*) - iCAS
- *Missile Warning Processor*
- RESM U-212 1ST BASCH

• Railway projects:

- CBTC (*Communications-Based Train Control*)
- The El Berrón Centralised Traffic Centre, Cantabria, Spain
- Railway Axles Counter Concentrator
- Core Evolution: *ticketing* for the Kuala Lumpur metro in Malaysia
- ENCE V4: *electronic interlocking system*
- New Navi Mumbai metro in India
- Distributed Logical Unity Platform (ULD)
- RBC (*Radio Block Centre*) - Zone Controller
- SCI-CC-A: *railway communication protocol*
- SITRA+: *railway traffic regulation*
- *Ticketing* for the transport system of Riyadh, Saudi Arabia

• Transport projects:

- Pupitre: *onboard ticketing device for public transport buses*
- OAS Website: *Nauta embarked unit*

5.1 Galileo: European GNSS Service Centre (GSC) *Galileo: European GNSS Service Centre (GSC)*

El proyecto tiene como misión el desarrollo, validación en integración de todos los componentes del sistema de software del *European GNSS Service Centre (GSC)*, producto que forma parte integral de la infraestructura del *Global Navigation Satellite System (GNSS)*, y que es liderado por la *European GNSS Agency (GSA)*.

El GSC, tiene como finalidad brindar una interface única entre el sistema de navegación satelital Galileo y los usuarios del Galileo Open Service (OS) y del Galileo High Accuracy Service (HAS), conocido anteriormente como Galileo Commercial Service (CS). También proporcionará una evaluación del rendimiento del HAS y un aviso a los usuarios.

The objective of the project is the development, validation and integration of all components of the software system of the European GNSS Service Centre (GSC), a product which is an integral part of the infrastructure of the Global Navigation Satellite System (GNSS), and which is spearheaded by the European GNSS Agency (GSA).

The GSC intends to provide a unique interface between the Galileo satellite navigation system and users of the Galileo Open Service (OS) and the Galileo High Accuracy Service (HAS), previously known as the Galileo Commercial Service (CS). It will likewise provide a HAS performance evaluation and notice to users. It will host an OS experience centre, HAS service



Albergará un centro de experiencia para OS, aspectos de servicio HAS accesibles para el usuario a través del servicio de asistencia al usuario y el portal web.

Con respecto al OS, de acceso gratuito, está dirigido al mercado masivo y destinado a la navegación de vehículos motorizados y servicios de telefonía móvil basados en la ubicación. Proporciona información de posicionamiento y sincronización destinada a aplicaciones de navegación por radio satelital de gran volumen. Por otra parte, el HAS permite el desarrollo de aplicaciones para uso profesional o comercial debido a un rendimiento mejorado y datos con mayor valor agregado que el obtenido a través del servicio abierto.

En este sentido los objetivos del GSC se centran en brindar información general a empresas y usuarios a través de un portal web y un servicio de asistencia al usuario; distribuir información sobre el sistema, estado de este y notificaciones provenientes de usuarios; prestar servicios de soporte, intercambio de I+D e información de la industria por segmentos de mercado); proveer reportes y actualizaciones sobre el rendimiento y el estado del programa; y brindar soporte a los desarrolladores de aplicaciones y productos, incluido el acceso a expertos del mercado en segmentos clave.

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Aeroespacial.

- **Intervención Ad Maiores:** diseño, desarrollo e integración del Galileo *Ground Segment*.

- **Ubicación:** Barcelona, España.

- **Año:** 2019.

- **Tecnologías involucradas:**

- IBM Rational DOORS
- Redmine
- TestLink
- Vmware

- **Programación:**

- Drupal
- JavaScript
- PHP
- PYTHON
- Red Hat Enterprise Linux (RHEL)

aspects accessible to the user through the user support service and the web portal.

In relation to the free access OS, it is designed for the mass market and is intended for motor vehicle navigation and location-based mobile phone services. Providing positioning and synchronisation information for high-volume satellite radio navigation applications. Elsewhere, the HAS enables the development of applications for professional or commercial use due to improved performance and data with greater added value than that obtained through the open service.

In this regard, the objectives of the GSC are focused on providing general information to companies and users through a web portal and a user assistance service; to distribute information on the system, its status and notifications from users; to render support services, R&D exchange and industry information by market segments); to furnish reports and updates on programme performance and status; and provide support to application and product developers, including access to market experts in key segments.

Technical guide:

- **Project type:** Aerospace.

- **Ad Maiores participation:** design, development and integration of the Galileo *Ground Segment*.

- **Location:** Barcelona, Spain.

- **Year:** 2019.

- **Relevant technology:**

- IBM Rational DOORS
- Redmine
- TestLink
- Vmware

- **Programming:**

- Drupal
- JavaScript
- PHP
- PYTHON
- Red Hat Enterprise Linux (RHEL)

5.2 Galileo: *Public Regulated Service (PRS)* *Galileo: Public Regulated Service (PRS)*

El proyecto consta del desarrollo de hardware y software para el *Public Regulated Service (PRS)*, servicio de navegación encriptado para usuarios gubernamentales autorizados y aplicaciones sensibles que requieren una alta continuidad; el PRS es el apartado restringido de Galileo, el Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) de Europa, gestionado por la Agencia Espacial Europea (ESA), La Agencia del GNSS europeo (GSA) y por la Comisión Europea (EC).

The project consists of the development of hardware and software for the Public Regulated Service (PRS), an encrypted navigation service for authorised government users and sensitive applications which require high continuity; the PRS is the restricted section of Galileo, the European Global Navigation Satellite System (GNSS), managed by the European Space Agency (ESA), the European GNSS Agency (GSA) and by the European Commission (EC).



El PRS, surge como respuesta a la necesidad de contar con un servicio de navegación por satélite mucho más integral y seguro. Cuenta con características y servicios similares al GNSS abierto y de uso civil, sin embargo, por su naturaleza regulada, restringe su acceso únicamente a usuarios autorizados.

Este servicio garantiza mejoras en su continuidad, en momentos en que el acceso a otros servicios de navegación pueda denegarse y/o limitarse (resiliencia). Se trata de un servicio que aumenta su probabilidad de disponibilidad de señal en el espacio, cuando se enfrenta a situaciones de interferencia maliciosa (robustez). El diseño de su señal y sistemas, dan como resultado un servicio confiable; en escenarios en los que se intenta vulnerar sus señales, el PRS contrarresta esta acción, tornándola más costosa y difícil, bloqueando cualquier tipo de ataque contra su funcionamiento.

El PRS está únicamente delimitado al uso autorizado del gobierno de los Estados miembros de la Unión Europea, servicios de emergencia y policía, básicamente con el objetivo de salvaguardar la seguridad de la región. El control de acceso al PRS, se administra por medio de herramientas operativas y técnicas, impidiendo que usuarios no autorizados puedan acceder a información alguna de la señal.

El PRS, apoya directamente a diversos actores que se involucran en la seguridad pública y emergencias, tales como aduanas, ayuda humanitaria, bomberos, búsqueda y rescate, control de fronteras, policía, protección civil, servicios ambulatorios, entre otros.

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Aeroespacial.
- **Intervención Ad Maiorem:** diseño, desarrollo e integración del Galileo Ground Segment.
- **Ubicación:** Barcelona, España.
- **Año:** 2019.
- **Tecnologías involucradas:**
 - Enterprise Architect
 - IBM Rational DOORS
- **Programación:**
 - C++
 - Java
 - RMF Add-On

The PRS arises in response to the need for a much more comprehensive and secure satellite navigation service. Having similar characteristics and services to the open GNSS and for civil use, nevertheless, due to its regulated nature, access is restricted only to authorised users.

This service guarantees improvements in its continuity, at a time when access to other navigation services may be denied and/or limited (resilience). It is a service which increases the probability of signal availability in space, when faced with situations of malicious interference (robustness). The design of its signal and systems, result in a reliable service; in scenarios where attempts are made to breach its signals, the PRS counteracts this action, making it more expensive and difficult, blocking any type of attack against its operation.

The PRS is only limited to the authorised use of the government of the Member States of the European Union, emergency services and the police, basically with the objective of safeguarding the security of the region. The access control to the PRS is administered through operational and technical tools, preventing unauthorised users from accessing any of the signal information.

The PRS directly supports various parties involved in public security and emergencies, such as customs, humanitarian aid, firefighters, search and rescue, border control, police, civil protection, outpatient services, among others.

Technical guide:

- **Project type:** Aerospace.
- **Ad Maiorem participation:** design, development and integration of the Galileo Ground Segment.
- **Location:** Barcelona, Spain.
- **Year:** 2019.
- **Relevant technology:**
 - Enterprise Architect
 - IBM Rational DOORS
- **Programming:**
 - C++
 - Java
 - RMF Add-On

5.3 Instrumento CLIM para Co2M

CLIM instrument for Co2M

El proyecto tiene como objetivo desarrollar, verificar y configurar el instrumento óptico CLIM, creado por la Agencia Espacial Europea (ESA) para servir de apoyo a la misión Co2M, que tiene como función principal vigilar y monitorear el dióxido de carbono (Co2) dentro del espacio europeo.

Co2M es parte del programa Copernicus, encargado de la observación y monitoreo de la tierra que es dirigido por la Unión Europea (UE); permitirá la reducción de incertidumbres actuales en las estimaciones de las emisiones de Co2 de la combustión de combustibles fósiles a escala regional.

The project is intended for the development, verification and configuration of the CLIM optical instrument, created by the European Space Agency (ESA) to support the Co2M mission, which has as its main function to oversee and monitor carbon dioxide (Co2) within the European space.

Co2M is part of the Copernicus programme, responsible for observation and monitoring of the Earth/land which is spearheaded by the European Union (EU); it will allow for the reduction of current uncertainties in Co2 emission estimates from fossil fuel combustion on a regional scale.



Por su parte, el instrumento CLIM está compuesto de una cámara óptica de infrarrojo cercano e infrarrojo de onda corta para medir el Co2 antropogénico producido por la actividad humana.

Asimismo, será un soporte que ayudará a captar imágenes de concentración atmosférica de Co2 desde el espacio con resolución espacial adecuada, precisión en los píxeles que las componen y cobertura global, aportando una gran herramienta que ayudará al cumplimiento de los protocolos de emisiones de Co2 y a los estudios de cambio climático.

En el marco del cambio climático, la Unión Europea ha reforzado su estrategia entre 2020 y 2050 para enfrentar el cambio climático en Europa e internacionalmente, se incluyen temas como la adaptación y mitigación climática, el comercio de emisiones, la reducción de las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI), el monitoreo de las emisiones de la silvicultura y agricultura, apoyo a la acción climática internacional, uso eficiente de fuentes de energía y transición a energías renovables.

En base a esto, se identificó una lista preliminar de mediciones adicionales que complementarían la oferta de datos existente para los servicios de cambio climático, que incluye en particular la necesidad de estimar las emisiones antropogénicas de Co2 junto con información adicional sobre el uso de la tierra o el agua.

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Aeroespacial.
- **Intervención Ad Maiores:** ingeniería de sistemas para instrumentos ópticos a bordo de plataformas satelitales.
- **Ubicación:** Madrid, España.
- **Año:** 2019.
- **Tecnologías involucradas:**
 - ASAP (Advanced Systems Analysis Program)
 - Zemax SENEt (PLM basado en Enovia)
- **Desarrollo, verificación y configuración de instrumentos vinculados al CLIM:**
 - Bancos ópticos de medida
 - Cámaras de termovacío
 - Espectrómetros
 - Radiómetros
 - Salas blancas

In turn, the CLIM instrument is composed of a near-infrared and short-wave infrared optical camera to measure anthropogenic Co2 produced by human activity.

Likewise, it will be a medium which will help capture images of atmospheric Co2 concentration from space with adequate spatial resolution, precision in the pixels which comprise same and global coverage, providing an excellent tool that will assist in the compliance of the Co2 emission protocols and the climate change studies.

Within the framework of climate change, the European Union has consolidated its strategy between 2020 and 2050 to address climate change in Europe and internationally, including matters such as climate adaptation and mitigation, emissions trading, the reduction of Greenhouse Gas Emissions (GHG), monitoring of emissions from forestry and agriculture, support for international climate action, efficient use of energy sources and transition to renewable energy.

On this basis, a preliminary list of additional measurements which would supplement the existing data offering for climate change services was identified, including in particular the need to estimate anthropogenic Co2 emissions together with additional information on land use or water.

Technical guide:

- **Project type:** Aerospace.
- **Ad Maiores participation:** systems engineering for optical instruments on board satellite platforms.
- **Location:** Madrid, Spain.
- **Year:** 2019.
- **Relevant technology:**
 - ASAP (Advanced Systems Analysis Program)
 - Zemax SENEt (PLM based on Enovia)
- **Development, verification and configuration of CLIM related instruments:**
 - Optical measurement banks
 - Thermo vacuum chambers
 - Spectrometers
 - Radiometers
 - Clean rooms

5.4 Instrumento ISSIS para el WSO-UV *ISSIS instrument for WSO-UV*

El proyecto tiene como finalidad el desarrollo y la entrega del *Imaging and Slitless Spectroscopy Instrument for Surveys (ISSIS)* para el *World Space Observatory/Ultra Violet (WSO/UV)*, misión que tiene por objetivo la observación del universo en el rango ultravioleta, que es liderada por la Agencia Espacial de la Federación Rusa (ROSCOSMOS).

En el ámbito de la investigación y tecnología espacial, el WSO/UV, significa la más grande contribución conjunta entre el Gobierno de la Federación de Rusia y el Gobierno de España para la cooperación en la exploración del espacio. Este último, es el encargado

The project is intended for the development and delivery of the Imaging and Slitless Spectroscopy Instrument for Surveys (ISSIS) for the World Space Observatory/Ultra Violet (WSO/UV), a mission which is intended for the observation of the universe within the ultraviolet range, which is headed by the Russian Federal Space Agency (ROSCOSMOS).

In the space research and technology field, the WSO/UV represents the largest joint contribution between the Government of the Russian Federation and the Government of Spain for cooperation in space exploration. The latter is responsible for providing the



de aportar el ISSIS, contribuyendo de manera relevante en el segmento tierra de la misión, cuya operación en vuelo será compartida entre Moscú y Madrid.

ISSIS es el primer instrumento desarrollado para imagen ultravioleta, que opera en la órbita terrestre por encima de los 35,000 kilómetros sobre la superficie. Su principal función es realizar observaciones de gran sensibilidad en el rango UV y posibilitar la observación de los halos de las galaxias y los sistemas planetarios jóvenes. Cuenta con un diseño compacto y versátil, compuesto por dos detectores ultravioleta de alta sensibilidad capaces de hacer espectroscopia tanto en el ultravioleta lejano (120 nm) como en el cercano.

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Aeroespacial.
- **Intervención Ad Maiores:** ingeniería de sistemas para AOCs y GNC.
- **Ubicación:** Madrid, España.
- **Año:** 2019.
- **Tecnologías involucradas:**
 - Zemax SENET (PLM basado en Enovia)

ISSIS, contributing in a relevant manner in the ground segment of the mission, whose in-flight operation will be shared between Moscow and Madrid.

The ISSIS is the first instrument developed for ultraviolet imaging, which operates in Earth's orbit above 35,000 kilometres above the surface. Its main function is to carry out highly sensitive observations in the UV range and to make it possible to observe the halos of galaxies and young planetary systems. Having a compact and versatile design, consisting of two highly sensitive ultraviolet detectors capable of spectroscopy in both the far (120 nm) and near ultraviolet.

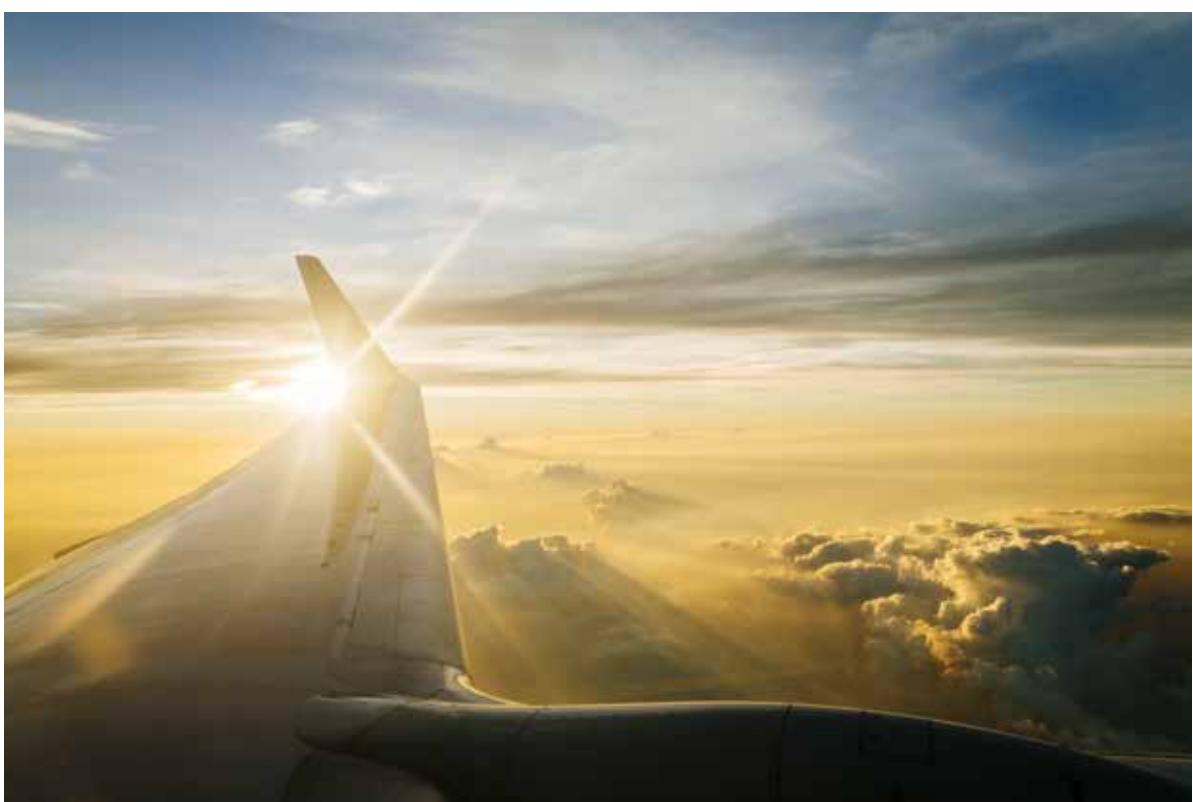
Technical guide:

- **Project type:** Aerospace.
- **Ad Maiores participation:** systems engineering for AOCs and CNG.
- **Location:** Madrid, Spain.
- **Year:** 2019.
- **Relevant technology:**
 - Zemax SENET (PLM based on Enovia)

5.5 iTEC: sistema de tráfico aéreo para NATS *iTEC: air traffic system for NATS*

El proyecto se basa en el diseño e implementación de pruebas funcionales a nivel de sistemas y subsistemas de control de tráfico aéreo desarrollado para el proveedor de servicios de navegación del Reino Unido (NATS). Entidad que junto a AVINOR (Noruega), DFS Deutsche Flugsicherung GmbH (Alemania), ENAIRE (España), LVNL (Países Bajos), ORO NAVIGACIJA (Lituania) y PANSA (Polonia), conforman iTEC (*Interoperability Through European Collaboration*), sistema de Gestión de Tráfico Aéreo de nueva generación europeo.

The project is based on the design and implementation of functional tests at the level of air traffic control systems and subsystems developed for the UK navigation service provider (NATS). An agency which together with AVINOR (Norway), DFS Deutsche Flugsicherung GmbH (Germany), ENAIRE (Spain), LVNL (The Netherlands), ORO NAVIGACIJA (Lithuania) and PANSA (Poland), which comprise the iTEC (Interoperability Through European Collaboration), a European New Generation Air Traffic Management system.



iTEC tiene por objetivos reforzar la seguridad, aumentar la eficiencia y mejorar el impacto ambiental de los vuelos, la interoperabilidad entre los centros de control en Europa y la optimización de rutas de las aeronaves. Este sistema es requerido por los controladores de tráfico aéreo como soporte de comunicación e información para todos los vuelos que se realizan dentro de su zona de control. En este sentido, los controladores, cuentan con una interfaz que les permite acceder y obtener datos sobre los vuelos (acceso a planes de vuelo, información radar, trayectorias de las aeronaves, análisis automático de conflictos, información meteorología, interacciones, entre otros), además de mantener la comunicación con los pilotos y otros centros de control aéreos aledaños.

Ayudará a reducir el consumo de combustible y las emisiones al permitir una futura introducción del espacio aéreo de ruta libre (*Free Route Airspace*) por encima de los 28,000 pies, ofreciendo a los pilotos mayor flexibilidad para volar por las rutas óptimas y directas, en lugar de seguir la red existente basada en puntos fijos y rutas aéreas. Además, brindará seguridad en momentos de riesgos y situaciones de emergencia (averías, colapsos, secuestros, entre otras contingencias).

Ofrece un rendimiento operativo mejorado través de la introducción de un concepto común de operaciones de control aéreo europeo basado en SESAR (*Single European Sky ATM Research*), impulsado por la Comisión Europea y Eurocontrol; un espacio aéreo común alineado con FABs (*Functional Airspace Block*), espacio aéreo operacional transfronterizo que es una de las piezas más importantes del Cielo Único Aéreo Europeo; un sistema común que presenta interoperabilidad mejorada a través de objetos de vuelo y NADAR; y un sistema ATS (*Air Traffic Service*) común con componentes de ATS intercambiables por estándares abiertos.

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Aeroespacial.
- **Intervención Ad Maiorem:** diseño y desarrollo de sistemas de tráfico aéreo.
- **Ubicación:** Madrid, España.
- **Año:** 2019.
- **Tecnologías involucradas:**
 - IBM Rational Change
 - IBM Rational DOORS
 - Wireshark
- **Programación:**
 - GNU/Linux

The iTEC is intended to strengthen safety, increase efficiency and improve the environmental impact of flights, interoperability between control centres in Europe and optimisation of aircraft routes. This system is required by air traffic controllers as communication and information support for all flights which are undertaken within its control zone. In this regard, the controllers have an interface which enables the accessing and obtainment of data on flights (access to flight plans, radar information, aircraft trajectories, automatic conflict analysis, meteorological information, interactions, among others), in addition to maintaining communication with the pilots and other nearby air control centres.

It will help reduce fuel consumption and emissions by allowing a future introduction of Free Route Airspace above 28,000 feet, giving pilots more flexibility to fly on optimal and direct routes, instead of following the existing network based on fixed points and air routes. Furthermore, it will provide security in times of risk and emergency situations (breakdowns, collapses, kidnappings, among other contingencies).

Offering improved operational performance through the introduction of a common European air control operations concept based on SESAR (Single European Sky ATM Research), spearheaded by the European Commission and Eurocontrol; a common airspace aligned with FABs (Functional Airspace Block), a cross-border operational airspace that is one of the most important parts of the Single European Air Sky); a common system featuring enhanced interoperability through flight objects and NADAR; and a common ATS (Air Traffic Service) system with ATS components interchangeable by open standards.

Technical guide:

- **Project type:** Aerospace.
- **Ad Maiorem participation:** design and development of air traffic systems
- **Location:** Madrid, Spain.
- **Year:** 2019.
- **Relevant technology:**
 - IBM Rational Change
 - IBM Rational DOORS
 - Wireshark
- **Programming:**
 - GNU/Linux

5.6 NLES: sistema para radio frecuencia *NLES: Radio frequency system*

El proyecto se encarga del diseño del sistema para los componentes de radio frecuencia de las Estaciones Terrestres de Navegación (*Navigation Land Earth Stations*, NLES), que forman parte del sistema EGNOS (*European Geostationary Navigation Overlay Service*), desarrollado por Agencia Espacial Europea (ESA), la Comisión Europea y Eurocontrol.

Estas estaciones transmiten mensajes de corrección e integridad a satélites geoestacionarios de EGNOS, los cuales se encargan de radiar finalmente la señal SBAS a los usuarios. Estas señales permiten obtener una mayor precisión de la estimación de la posición de los

The project is responsible for the design of the system for the radio frequency components of the Navigation Land Earth Stations (NLES), which are part of the EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) system, developed by the European Space Agency (ESA), the European Commission and Eurocontrol.

These stations transmit correction and integrity messages to EGNOS geostationary satellites, which are ultimately responsible for radioing the SBAS signal to users. These signals enable obtaining a greater precision of the estimation of the position of the users by applying the corrections of the measurement



usuarios aplicando las correcciones de los errores de medición de la señal.

EGNOS, basa su actividad en satélites geoestacionarios y estaciones terrestres que proporcionan información de manera constante sobre los errores de las señales de GPS, proporcionando mejoras a las prestaciones de este sistema de navegación. En este sentido, los componentes de radiofrecuencia en la NLES se encargan de generar, modular y adecuar la frecuencia de señales para ser recibidas correctamente por los usuarios.

El término radiofrecuencia, se refiere a frecuencias que están presentes dentro del espectro electromagnético y que se utilizan en las radiocomunicaciones, situadas entre los 3 hercios (Hz) y 300 gigahercios (GHz). Estas frecuencias son de utilidad para una amplia variedad de aplicaciones tales como militares, navegación por satélite, radares, radiofonía, entre otros.

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Aeroespacial.
- **Intervención Ad Maiores:** diseño y desarrollo de sistemas para el control satelital.
- **Ubicación:** Barcelona, España.
- **Año:** 2019.
- **Tecnologías involucradas:**
 - IBM Rational DOORS
 - MATLAB
- **Normativas:**
 - EuroCAE ED-109A (RTCA/DO-278A)- *Software Integrity Assurance Considerations for Communication, Navigation, Surveillance and Air Traffic Management (CNS/ATM) Systems.*
 - EuroCAE ED-80 (RTCA DO-254)- *Design Assurance Guidance for Airborne Electronic Hardware.*
 - *European Cooperation for Space Standardization (ECSS Standards).*

errors of the signal.

EGNOS bases its activity on geostationary satellites and ground stations which constantly provide information on errors in GPS signals, supplying improvements to the performance of this navigation system. In this regard, the radio frequency components in the NLES are responsible for generating, modulating and adapting the frequency of signals to be correctly received by users.

The term radiofrequency, refers to frequencies which are present within the electromagnetic spectrum and that are used in radio communications, located between 3 hertz (Hz) and 300 gigahertz (GHz). These frequencies are useful for a wide variety of applications such as military, satellite navigation, radars, radio, among others.

Technical guide:

- **Project type:** Aerospace.
- **Ad Maiores participation:** design and development of systems for satellite control.
- **Location:** Barcelona, Spain.
- **Year:** 2019.
- **Relevant technology:**
 - IBM Rational DOORS
 - MATLAB
- **Standards:**
 - EuroCAE ED-109A (RTCA/DO-278A) - *Software Integrity Assurance Considerations for Communication, Navigation, Surveillance and Air Traffic Management (CNS/ATM) Systems.*
 - EuroCAE ED-80 (RTCA DO-254) - *Design Assurance Guidance for Airborne Electronic Hardware.*
 - *European Cooperation for Space Standardization (ECSS Standards).*

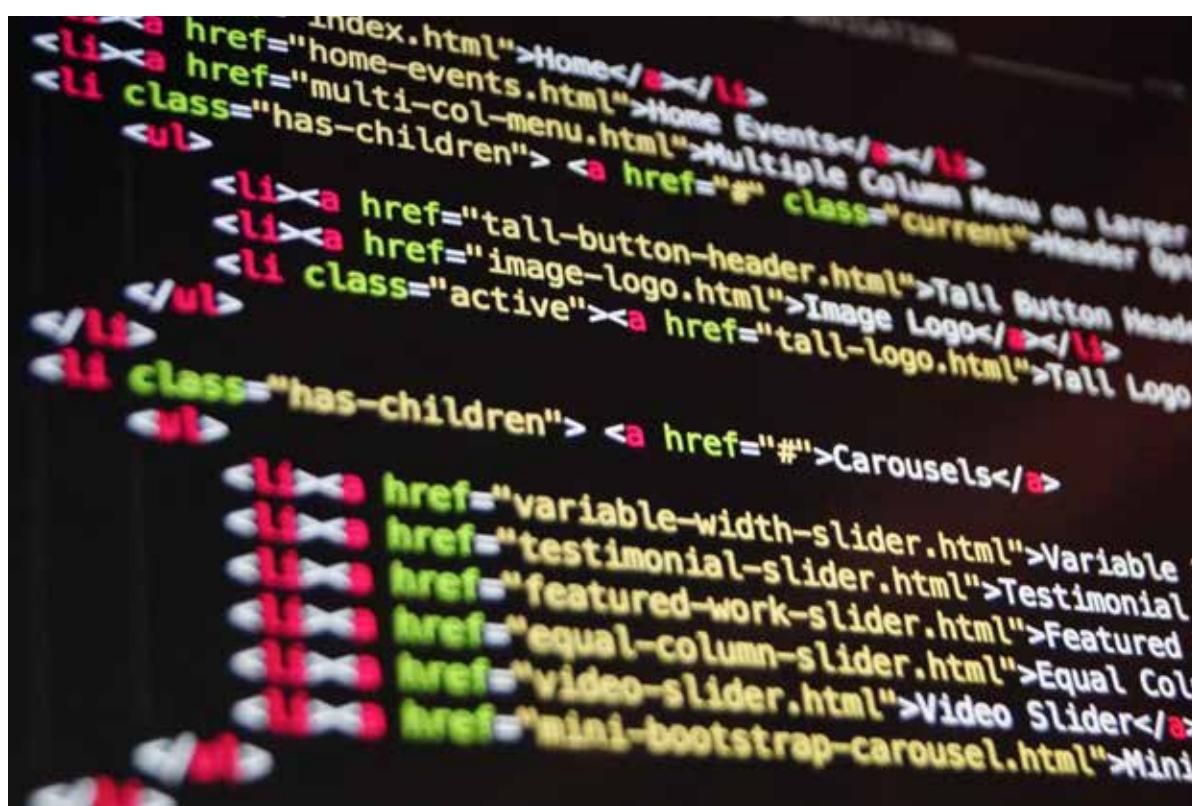
5.7 Sistema EYWA: desarrollo del portal web *EYWA system: Web Portal Development*

El objetivo del proyecto es desarrollar el portal web del sistema EYWA, supervisado por el Centro de Servicios y Supervisión de Red (SYSRED) de ENAIRE, entidad pública dependiente del Ministerio de Fomento, que es la principal proveedora de servicios de navegación aérea y de información aeronáutica en España.

EYWA, es un sistema de tráfico aéreo, basado en *Big Data* y *Machine Learning*, que tiene como propósito transformar datos en información, y la información en conocimiento para ayudar a la optimización de procesos y toma de decisiones. EYWA, está pensada para ser una plataforma convergente de otros sistemas de tráfico aéreo (SACTA, Eurocontrol, Insignia, entre otros), cuya misión se centra en

The objective of the project is the development of the web portal of the EYWA system, supervised by the Network Services and Supervision Centre (SYSRED) of ENAIRE, a public agency under the supervision of the Ministry of Public Works, which is the main provider of air navigation and aeronautics information services in Spain.

EYWA, is an air traffic system, based on Big Data and Machine Learning, which is intended to transform data into information, and information into knowledge to help process optimisation and decision making. EYWA, is designed to be a convergent platform of other air traffic systems (SACTA, Eurocontrol, Insignia,



gestionar óptimamente las coordinaciones y flujos de información de agentes externos en un solo sistema.

El *business intelligence* del sistema permite la generación de flujos de análisis continuos de datos e indicadores que mejorarán el servicio que brinda ENAIRE, asimismo, proveerá de alertas y noticias en tiempo real para contribuir con la seguridad en casos de crisis, provocados por problemas meteorológicos, fallas en las pistas de aterrizaje, problemas de vuelo, entre otros.

Con respecto al portal web, este ha sido pensado para atender a los requerimientos de empleados, usuarios y clientes externos. Contará con una extensión pública (consultativa) y otra privada (más operacional), además de acceso a reportes, informes e incidencias de tráfico y radio ayudas para cualquier aeropuerto europeo.

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Aeroespacial.
- **Intervención Ad Maiores:** diseño y desarrollo de sistemas de tráfico aéreo.
- **Ubicación:** Madrid, España.
- **Año:** 2019.
- **Tecnologías involucradas:**
 - IBM Rational DOORS
 - Angular
 - Docker
 - Git
 - Jasmine
 - Jenkins
 - Junit
 - Karma
 - Mockito
 - PostgreSQL
 - Spring Boot
- **Programación:**
 - CSS3 SASS
 - HTML5
 - Java
 - JavaScript

among others), whose mission is to optimally manage the coordination and information flows of external agents in a single system.

The business intelligence of the system enables the generation of continuous data analysis flows and indicators which will improve the service provided by ENAIRE, as well as providing real time alerts and news to contribute to security in the event of crises, caused by meteorological problems, runway failures, flight problems, among others.

As regards the web portal, it has been designed to meet the requirements of employees, users and external clients. It will have a public (consultative) and a private (more operational) extension, as well as access to reports, records and traffic incidents and radio assistance for any European airport.

Technical guide:

- **Project type:** Aerospace.
- **Ad Maiores participation:** design and development of air traffic systems.
- **Location:** Madrid, Spain.
- **Year:** 2019.
- **Relevant technology:**
 - IBM Rational DOORS
 - Angular
 - Docker
 - Git
 - Jasmine
 - Jenkins
 - Junit
 - Karma
 - Mockito
 - PostgreSQL
 - Spring Boot
- **Programming:**
 - CSS3 SASS
 - HTML5
 - Java
 - JavaScript

5.8 *Tactical Trajectory Module (TTM)*

Tactical Trajectory Module (TTM)

El proyecto tiene por objetivo el desarrollo, gestión de requisitos y pruebas del sistema de alertas de conflictos para el *Tactical Trajectory Module (TTM)*, enmarcado dentro de las funcionalidades del *Air Traffic Management (ATM)*, que constituyen la base técnica de la navegación aérea y están estrechamente vinculados a la prestación de los *Air Traffic Service (ATS)* y que son utilizados directamente por los controladores de tránsito aéreo.

Los sistemas ATM, cubren todas las necesidades de interacción con todos los sistemas que ayuden a las

The project is intended for the development, management of requirements and testing of the conflict alert system for the Tactical Trajectory Module (TTM), framed within the functionalities of the Air Traffic Management (ATM), which constitute the technical basis of air navigation and which are closely related to the provision of Air Traffic Service (ATS) and which are used directly by air traffic controllers.

The ATM systems includes all interaction requirements with all systems which assist aircraft cover their flights, from takeoff, incorporation into transit



aeronaves a cubrir sus vuelos, desde el despegue, incorporación al espacio aéreo de tránsito y el aterrizaje, incluido el *Air Traffic Control* (ATC), personal de seguridad de tránsito aéreo, meteorología aeronáutica, sistemas de ayuda a la navegación, *Air Space Management* (ASM), *Air Traffic Service* (ATS), *Air Traffic Flow Management* (ATFM), entre otros.

En este sentido, el TTM, está orientado a brindar datos sobre posibles conflictos de tráfico aéreo que puedan presentarse durante la ejecución de los vuelos. Entre otras cosas, brinda información sobre las interacciones entre las aeronaves previstas en un horizonte de tiempo y volumen, e indicaciones de vuelo que permitan un tránsito sin conflictos, ayudando a facilitar el análisis y la toma de decisiones de los controladores aéreos en situaciones de crisis, permitiendo la seguridad del tráfico.

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Aeroespacial.
- **Intervención Ad Maiores:** diseño y desarrollo de sistemas de tráfico aéreo.
- **Ubicación:** Madrid, España.
- **Año:** 2019.
- **Tecnologías involucradas:**
 - IBM Rational ClearCase
 - IBM Rational DOORS
- **Programación:**
 - ADA
 - GNU/Linux
 - PYTHON

transit airspace and landing, including the Air Traffic Control (ATC), air traffic security personnel, aeronautical meteorology, aids to navigation, Air Space Management (ASM), Air Traffic Service (ATS), Air Traffic Flow Management (ATFM), among others.

In this regard, the TTM is intended at providing data on possible air traffic conflicts which may arise during the execution of flights. Among other things, it provides information on the interactions between the aircraft expected in a time and volume horizon, and flight indications allowing for a conflict free traffic, helping to facilitate the analysis and decision-making of air traffic controllers in crisis situations, ensuring traffic safety.

Technical guide:

- **Project type:** Aerospace.
- **Ad Maiores participation:** design and development of air traffic systems.
- **Location:** Madrid, Spain.
- **Year:** 2019.
- **Relevant technology:**
 - IBM Rational ClearCase
 - IBM Rational DOORS
- **Programming:**
 - ADA
 - GNU/Linux
 - PYTHON

5.9 WEAVE: sistema de translación de enfoque del WHT *WEAVE: WHT focus translation system*

El proyecto tiene como finalidad el desarrollo y la entrega del sistema de corrección de foco primario (PFC) para WEAVE, el nuevo espectrómetro multiobjeto (MOS) de campo ancho propuesto para el foco principal del Telescopio William Herschel (WHT) de 4,2m, ubicado en La Palma, Islas Canarias, en España.

El instrumento WEAVE consta de dos sistemas principales: el primero de ellos está pensado en su función de translación y enfoque, mientras el segundo en la corrección de su foco primario (PFC); además, cuenta con un posicionador de Fibra Óptica de 1,000 multiplexaciones, un pequeño número de unidades de campo integrales que se despliegan individual-

The project is intended for the development and delivery of the Primary Focus Correction System (PFC) for WEAVE, the new wide-field multi-object spectrometer (MOS) proposed for the primary focus of the 4.2m William Herschel Telescope (WHT), located in La Palma, Canary Islands, Spain.

The WEAVE instrument consists of two main systems: the first function is designed for its translation and focus function, whilst the second is for the correction of its primary focus (PFC); furthermore, having a 1,000 multiplexing Fibre Optic positioner, a small number of integral field units which are deployed individually and a large integral field unit (IFU), similarly individual.



mente y una gran unidad de campo integral (IFU), también individual.

Por su parte, el PFC es un subsistema optomecánico de 1,700 Kg que cuenta con una envolvente estructural que alberga los seis conjuntos de lentes. El PFC se monta en el foco principal del WHT y proporciona un campo de visión de dos grados corregidos ópticamente. Este subsistema está compuesto por: dos lentes fijas montadas en el interior de monturas INVAR con un anillo de compensación flexible [en el caso de la mayor (L1) tiene 1,1 m y 230 kg de peso]; dos dobletes con dos lentes cada uno (con movilidad asistida, por medio de un sistema de rotación para compensar la dispersión atmosférica); una envolvente externa de acero protegida contra la suciedad (con acceso para fines de mantenimiento); y con actuadores y sensores para los elementos de rotación (incluyendo electrónica de control).

La alineación optomecánica, con la que cuenta el PFC, se verifica tanto en cada conjunto de lente y montura como en el conjunto del sistema integrado. El proyecto, además, tiene previsto, la suministración de equipos auxiliares, en cuyos componentes se encuentran equipos de manipulación y herramientas de integración.

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Aeroespacial.
- **Intervención Ad Maiores:** ingeniería de sistemas para instrumentos ópticos a bordo de plataformas satelitales.
- **Ubicación:** Madrid, España.
- **Año:** 2019.
- **Tecnologías involucradas:**
- Zemax SENET (PLM basado en Enovia)

In turn, the PFC is a 1,700 kg optomechanical subsystem which has a structural casing which houses the six sets of lenses. The PFC is assembled onto the WHT's main focus and provides an optically corrected two-degree field of vision. This subsystem is made up of: two fixed lenses assembled in the interior of the INVAR frames with a flexible compensation ring [in the case of the largest (L1) it is 1.1 m and weighs 230 kg]; two doublets with two lenses each (with assisted mobility, by means of a rotation system to compensate for atmospheric dispersion); an external dirt-protected steel enclosure (accessible for maintenance purposes); and with actuators and sensors for the rotation elements (including control electronics).

The optomechanical alignment, which the PFC possesses, is verified both in each set of lens and frame and in the set of the integrated system. The project likewise plans to supply of auxiliary equipment, whose components include handling equipment and integration tools.

Technical guide:

- **Project type:** Aerospace.
- **Ad Maiores participation:** systems engineering for optical instruments on board satellite platforms.
- **Location:** Madrid, Spain.
- **Year:** 2019.
- **Relevant technology:**
- Zemax SENET (PLM based on Enovia)

5.10 FDP (*Flight Data Processing*) - iCAS

FDP (Flight Data Processing) - iCAS

El proyecto está enmarcado con el objetivo de integrar, validar y desarrollar el Sistema de Procesamiento de Vuelos (*Flight Data Processing*, FDP), del Sistema de Gestión de Tráfico Aéreo iCAS (*iTEC Centre Automation System*). A nivel técnico se desarrolla el marco y lógica de implementación del proyecto (ejecución de sistema tal y como se conoce) y adaptación al cliente (normativa vigente o cuestiones de comodidad).

El iCAS es un sistema de gestión de tráfico aéreo adaptado a los requerimientos de DFS y LVNL basado

The project is framed with the objective of integrating, validating and developing the Flight Data Processing (FDP) System of the iCAS Air Traffic Management System (iTEC Centre Automation System). On a technical level, the framework and rationale of the project implementation (system execution as it is known) and client adaptation (prevailing regulations or convenience issues) are undertaken.

The iCAS is an air traffic management system brought into line to the DFS and LVNL requirements based on iTEC (interoperability Through European Collaboration) technology, which constitutes the development



en la tecnología iTEC (*interoperability Through European Collaboration*), que constituye el desarrollo de la próxima generación de sistemas de control y tráfico aéreo en Europa.

Su objetivo se centra en configurar los sistemas de control aéreo con estándares comunes que puedan ser compatibles para los siete países que le conforman (Alemania, España, Reino Unido, Países Bajos, Polonia, Lituania y Noruega).

Por su parte, el FDP, es un sistema de apoyo que trabaja con los datos del plan de vuelo con respecto al avión y su desenvolvimiento en el espacio aéreo. La información que se almacena en este sistema se actualiza en tiempo real y se apoya en eventos que identifica el subsistema de monitoreo de vuelo.

Puntualmente, el FDP toma datos de los controladores del avión y actúa como un contingente con respecto a problemas que puedan presentarse durante la ejecución del vuelo; es quien advierte de las condiciones, contexto y situaciones de riesgo al controlador del espacio aéreo. Está habilitado, entre otras cosas, para administrar y monitorear los vuelos en tiempo real, acoplar y distribuir datos, gestionar interfaces y sistemas de referencia de tiempo (GPS sincronizado), entre otros.

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Defensa.
- **Intervención Ad Maiores:** integración, validación y desarrollo de sistemas de control de tráfico aéreo (*Flight Data Processing, FDP*).
- **Ubicación:** Madrid, España.
- **Año:** 2019.
- **Tecnologías involucradas:**
 - AFTN Tool
 - Enet
 - GNAT
 - GNU Debugger
 - iMAS Solutions
 - iSniffer
 - Makefile
 - TLS Tool
 - Tracker Emulator
- **Programación:**
 - ADA
 - Bash Script
 - C++
 - Python
 - TCL

of the next generation air traffic and control systems in Europe.

Its objective is to configure air control systems with common standards which can be compatible for the seven countries that make it up (Germany, Spain, the United Kingdom, The Netherlands, Poland, Lithuania and Norway).

In turn, the FDP is a support system which functions with the flight plan data as regards the airplane and its development in the airspace. The information stored in this system is updated in real time and is underpinned by events which identify the flight monitoring subsystem.

In short order, the FDP takes data from the aircraft controllers and acts as a contingent as regards problems which may arise during the execution of the flight; it is the system which warns the airspace controller of the conditions, context and risk situations. It is enabled, among other things, to manage and monitor flights in real time, compile and distribute data, manage interfaces and time reference systems (synchronised GPS), among others.

Technical guide:

- **Project type:** Defence.
- **Ad Maiores participation:** integration, validation and development of air traffic control systems (*Flight Data Processing, FDP*).
- **Location:** Madrid, Spain.
- **Year:** 2019.
- **Relevant technology:**
 - AFTN Tool
 - Enet
 - GNAT
 - GNU Debugger
 - iMAS Solutions
 - iSniffer
 - Makefile
 - TLS Tool
 - Tracker Emulator
- **Programming:**
 - ADA
 - Bash Script
 - C++
 - Python
 - TCL

5.11 Missile Warning Processor *Missile Warning Processor*

El proyecto tiene por objetivo el desarrollo de la placa de conectores y placa madre del procesador para la detección de misiles en sistemas aeroportados. Este procesador se engloba dentro del sistema MANTA (*Manpads, Threat, Avoidance*) de clase DIRCM (*Directed Infrared Countermeasure*) para autoprotección de aeronaves.

Se basa en un láser de infrarrojo (IR), pensado para contrarrestar ataques terroristas con misiles guiados de energía infrarroja de tipo MANPADS (*Man Portable Air Defence Systems*). Además, se complementa con otros dos componentes: un láser y un bloque optrónico.

The project is intended for the development of the connector board and processor motherboard for missile detection in airborne systems. This processor is included within the MANTA (Manpads, Threat, Avoidance) system of the DIRCM (Directed Infrared Countermeasure) Class for self-protection of aircraft.

It is based on an infrared (IR) laser, designed to counter terrorist attacks with guided infrared energy missiles of the MANPADS (Man Portable Air Defence Systems) type. It is, furthermore, complemented by two other components: a laser and an optronic block.



MANTA rastrea y contrarresta automáticamente a los buscadores, utilizando su rayo láser IR de alta energía capaz de bloquear el sistema de guía de todo tipo de misiles IR. Para ello, emite un haz que "oculta" el IR del avión, ajustándose a un sistema pequeño y manejable que puede ser instalado a bordo de cualquier aeronave. Esta acción se realiza inmediatamente después de que el *Missile Warning System* (MWS), comunique que ha detectado posibles amenazas de misiles enemigos.

Operativamente, MANTA tiene el objetivo de detectar misiles en su fase de lanzamiento y desviarlo de su trayectoria. Este sistema es capaz de responder ante ataques simultáneos de varios misiles, para ello cuenta con una secuencia de contramedida eficaz que no tiene necesidad de hacer una identificación previa del tipo de misil atacante.

En este sentido la placa de conectores y placa madre, interconectan todas las interfaces de comunicación del sistema (antenas receptoras e identificación y alerta de emisiones de misiles), dando soporte a todos los equipos vinculados a este.

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Defensa.
- **Intervención Ad Maiores:** diseño y desarrollo de dispositivos electrónicos de sistemas anti-disturbio.
- **Ubicación:** Madrid, España.
- **Año:** 2019.
- **Tecnologías involucradas:**
 - Mentor Graphics
 - SPICE

MANTA automatically tracks and counters search engines, using its high-energy IR laser beam capable of blocking the guidance system of all types of IR missiles. To do this, it emits a beam which "hides" the IR of the airplane, adjusting to a small and manageable system that can be installed on board any aircraft. This action is performed immediately after the Missile Warning System (MWS), reports that it has detected potential threats from enemy missiles.

Operation-wise, MANTA is intended to detect missiles in their launch phase and divert same from its trajectory. This system is capable of responding to simultaneous attacks from several missiles, and for that purpose, it has an effective countermeasure sequence that does not require prior identification of the type of attacking missile.

In this regard, the connector plate and motherboard interconnect all the communication interfaces of the system (receiver antennas and identification and alert of missile emissions), supporting all the equipment connected thereto.

Technical guide:

- **Project type:** Defence.
- **Ad Maiores participation:** design and development of electronic devices for anti-disturbance systems.
- **Location:** Madrid, Spain.
- **Year:** 2019.
- **Relevant technology:**
 - Mentor Graphics
 - SPICE

5.12 RESM U-212 1ST BASCH

RESM U-212 1ST BASCH

El proyecto tiene como misión el desarrollo e integración de un sistema de defensa electrónica para submarinos de la clase U-212. Este sistema permite descubrir cualquier radar activo en su entorno y es capaz de facilitar el seguimiento e identificación de la plataforma emisora en tiempo real.

Los U-212 son submarinos no nucleares de quinta generación con un diseño altamente avanzado. Pueden operar a altas velocidades con la energía diésel o con un sistema AIP (Air Independent Propulsion) para un avance silencioso, además, pueden permanecer sumergidos alrededor de tres semanas sin necesidad de subir a superficie. Estos submarinos no presentan vibraciones, son extremadamente

The objective of the project is the development and integration of an electronic defense system for U-212 class submarines. This system enables the discovery of any active radar in its environment and is able to facilitate the tracking and identification of the broadcasting platform in real time.

The U-212s are fifth generation non-nuclear submarines with a highly advanced design. These submarines can operate at high speeds with diesel power or with an AIP (Air Independent Propulsion) system for a silent advance, and furthermore, can remain submerged for approximately three weeks without the need to climb to the surface. These submarines are vibration free and are extremely silent and therefore



silenciosos y, por tanto, virtualmente indetectables.

El sistema de defensa electrónica desarrollado es de tipo goniométrico y dota a estos submarinos de capacidades de detección del ángulo de llegada de pulsos radar generados por otras plataformas, su análisis y clasificación. Se trata de un sistema pasivo que no requiere de emisión radar, con el que es posible “ver sin ser visto”. Este sistema permite localizar prácticamente el 100% de las señales, incluyendo las más débiles y de baja probabilidad de detección, cuenta con un alto potencial para el procesamiento de información y es capaz de identificar la huella electrónica distintiva de cualquier tipo de radar. Además, ofrece la oportunidad de grabar los datos recogidos para su posterior análisis.

Los retos técnicos del proyecto abarcan el desarrollo y actualización de complejos equipos electrónicos para la implantación de este sistema en la plataforma U-212. Estos equipos son altamente críticos ya que forma parte de la cabecera del sistema, entre sus principales funciones se encuentra la digitalización, compresión y procesamiento de las diferentes señales del sistema de defensa electrónica.

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Defensa.
- **Intervención Ad Maiores:** desarrollo e integración de sistemas y subsistemas de funcionamiento, estructura y equipamiento de fragatas y submarinos.
- **Ubicación:** Madrid, España.
- **Año:** 2019.
- **Tecnologías involucradas:**
 - XILINX ISE Design Suite
 - Altium Designer
 - Mentor Graphics
- **Programación:**
 - FPGA
 - VHDL
- **Normativas:**
 - Normas IPC Clase 3- Desarrollo de placas electrónicas de alto rendimiento.

virtually undetectable.

The electronic defense system developed is goniometric and provides these submarines with detection capabilities to detect the angle of arrival of radar pulses generated by other platforms, their analysis and classification. It is a passive system which does not require radar emission, with which it is possible to “see without being seen”. This system enables locating practically 100% of the signals, including the weakest and with low probability of detection, having a high potential for information processing and is able to identify the distinctive electronic footprint of any type of radar. Furthermore, it offers the opportunity to record the data compiled for subsequent analysis.

The technical challenges of the project include the development and updating of complex electronic equipment for the implementation of this system on the U-212 platform. This equipment are highly critical given that it is part of the system head, among its main functions is the digitisation, compression and processing of the different signals of the electronic defense system.

Technical guide:

- **Project type:** Defence.
- **Ad Maiores participation:** development and integration of operating systems and subsystems, structure and equipment for frigates and submarines.
- **Location:** Madrid, Spain.
- **Year:** 2019.
- **Relevant technology:**
 - XILINX ISE Design Suite
 - Altium Designer
 - Mentor Graphics
- **Programming:**
 - FPGA
 - VHDL
- **Regulations:**
 - IPC Class 3 Regulations - Development of high performance electronic boards.

5.13 CBTC (*Communications-Based Train Control*) *CBTC (Communications-Based Train Control)*

El proyecto está basado en la implementación y mejora del sistema de control de trenes basado en comunicaciones CBTC (*Communications-Based Train Control*), que tiene como finalidad optimizar los recursos de la infraestructura ferroviaria.

El CBTC, es un sistema automático de tecnología avanzada que aporta información sobre el despliegue de los trenes y ayuda a obtener datos precisos de su funcionamiento en tiempo real. Facilitando el recorrido de cada tren con un mínimo intervalo de distancia entre uno y otro (frecuencia) con altos niveles de seguridad. Se basa en registros de comunicación bidireccional, entre el tren y las vías por medio de señales digitales de radio como GSMR (*Global System for Mobile Railways*) o TETRA (*Terrestrial*

*The project is based on the implementation and improvement of the CBTC (*Communications-Based Train Control*) system, which is intended to optimise the resources of the railway infrastructure.*

*The CBTC is an advanced technology automatic system which provides information on the deployment of trains and helps to obtain accurate data on their operation in real time. Facilitating the route of each train with a minimum interval of distance between the two (frequency) with high levels of safety. It is based on two-way communication records, between the train and the tracks by means of digital radio signals such as the GSMR (*Global System for Mobile Railways*) or TETRA (*Terrestrial Trunked Radio*), reporting as regards their status and location periodically to the command post, the same centre which calculates the distance between trains.*



Trunked Radio), informando sobre su estado y ubicación de forma periódica al puesto de mando, el mismo que calcula la distancia entre los mismos.

Cuenta con diversos grados de automatización, el GoA1 (manual) que necesita la actuación constante de un conductor, el GoA2 (semiautomático) donde hay una actuación parcial del conductor, el GoA3, sin presencia de un conductor, pero con un asistente a bordo que ayude a frenar posibles contingencias, y GoA4 que es el modo de operación completamente automático. En este sentido el CBTC, es un aliado operacional muy importante, catalogado como la base tecnológica para conseguir la automatización total del sistema ferroviario.

El uso de esta tecnología es transversal a toda la infraestructura ferroviaria, ya que se puede aplicar a líneas de metro ya existentes, así como a nuevas líneas de metro de alta demanda, mejorando su capacidad operativa de transporte. El CBTC, aporta aspectos fiables que reducen el índice de fallos con respecto a los sistemas ferroviarios tradicionales. Ha sido diseñado para requerir menos infraestructura instalada lo que posibilita una implantación más simple y con menor costo de mantenimiento.

Con respecto a su desarrollo, constantemente se nutre de nuevas funcionalidades energéticamente más eficaces para adaptarse a los tipos de demanda de los viajeros, haciendo efectivo un servicio seguro, rápido y fiable.

En este sentido, el sistema CBTC cuenta con diversos componentes para su funcionamiento, entre los que se encuentran el ATO (*Automatic Train Operation*), cuyo propósito es regular la velocidad, distancia, puntos de parada y frenado del tren; el sistema ATP (*Automatic Train Protection*), que es un sistema de seguridad que controla la velocidad y otros aspectos de la conducción de un tren verificando que la conducción sea segura y que la velocidad sea compatible con la velocidad permitida por la señalización, aplicando freno de emergencia en caso contrario, regulando así la seguridad del tráfico y asegurando la confortabilidad del pasajero.

DMI (*Driver Machine Interface*), que es la interfaz entre el conductor y el sistema y facilita una comunicación bidireccional que permite al conductor obtener información del funcionamiento (modo de conducción, velocidad del tren, estado de las puertas, etc.) y regular eventos relacionados con aplicaciones

Having several degrees of automation, the GoA1 (manual) which requires the constant performance of a driver, the GoA2 (semi-automatic) where there is a partial performance of the driver, the GoA3, without the presence of a driver, but with an assistant on board that help stop possible contingencies, and GoA4 which is the fully automatic mode of operation. In this regard, the CBTC is a very important operational ally, classified as the technological base in order to obtain the total automation of the railway system.

The use of this technology is transversal to the entire railway infrastructure, given that it can be applied to existing subway lines, as well as to new high-demand subway lines, improving their operational transport capacity. The CBTC provides reliable aspects which reduce the failure rate as compared to traditional railway systems. It has been designed to require less installed infrastructure, which allows for a simpler implementation and with lower maintenance costs.

As regards its development, it is constantly draws on new, more energy-efficient functionalities to adapt to the types of passenger demands, ensuring a safe, fast and reliable service.

*In this regard, the CBTC system has several components for its operation, among which are the ATO (*Automatic Train Operation*), whose purpose is to regulate the speed, distance, stopping and braking of the train; the ATP (*Automatic Train Protection*) system, which is a safety system that controls the speed and other aspects of driving a train, verifying that the driving thereof is safe and that the speed is compatible with the speed permitted by the signalling, applying brake emergency otherwise, thereby, regulating traffic safety and ensuring passenger comfort.*

*The DMI (*Driver Machine Interface*), which is the interface between the driver and the system and facilitates two-way communication that enables the driver to obtain information on the operation (driving mode, train speed, door status etc.) and regulate events related to external train applications; the zone controller, who receives information from the trains and is commanded by the movement authorities; and the Interlocking System, which is responsible for establishing routes and controlling signals and track equipment, preventing incompatible movements and ensuring safe movement.*

externas del tren; el controlador de zona, que recibe información de los trenes y les comanda las autoridades de movimiento; y el Sistema de Enclavamiento, encargado del establecimiento de rutas y del control de señales y aparatos de vía, impidiendo movimientos incompatibles y asegurando una circulación segura.

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Ferroviario.
- **Intervención Ad Maiores:** diseño, desarrollo y validación de sistemas de gestión y control de trenes.
- **Ubicación:** Madrid, España.
- **Año:** 2019.
- **Tecnologías involucradas:**
 - IBM Rational DOORS
- **Programación:**
 - FPGA
 - C
 - C++
 - FPGA
 - RTOS
- **Normativas:**
 - CENELEC- EN 50126-1- Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS). Parte 1: Procesos RAMS genéricos.
 - CENELEC- EN 50128- Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección del ferrocarril.

Technical guide:

- **Project type:** Railway.
- **Ad Maiores participation:** design, development and validation of train control and management systems.
- **Location:** Madrid, Spain.
- **Year:** 2019.
- **Relevant technology:**
 - IBM Rational DOORS
- **Programming:**
 - FPGA
 - C
 - C++
 - FPGA
 - RTOS
- **Standards:**
 - CENELEC - EN 50126-1 - Railway Applications. The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS). Part 1: Generic RAMS processes.
 - CENELEC - EN 50128 - Railway Applications. Communication, signalling and processing systems. Software for railway control and protection systems.

5.14 Centro de Tráfico Centralizado de El Berrón, Cantabria, en España *The El Berrón Centralised Traffic Centre, Cantabria, Spain*

El Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF), ha dispuesto la renovación del sistema de software del Centro de Tráfico Centralizado (CTC) de los puestos de mando de El Berrón, en Cantabria.

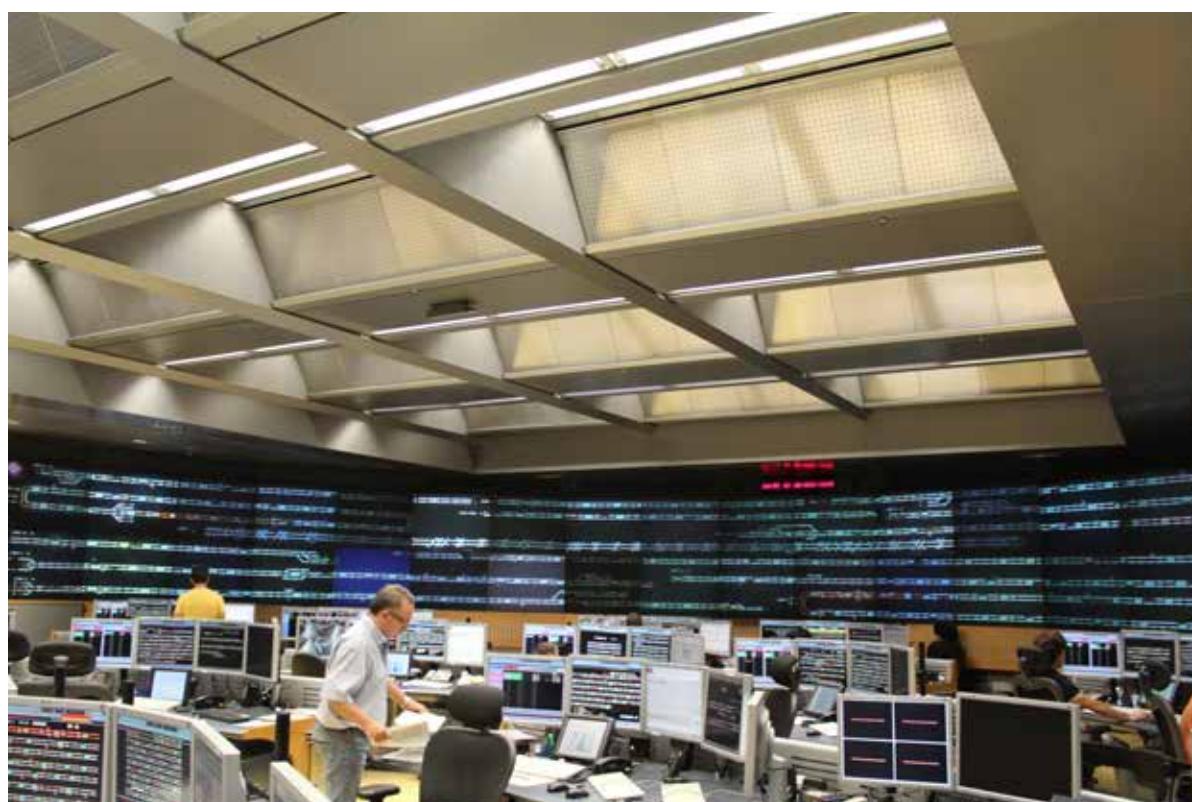
El proyecto tiene el objetivo implantar una nueva tecnología de gestión del tráfico, aportando modernidad, fiabilidad y seguridad a la gestión. La acción principal se centra en la implementación de un nuevo sistema de software, migración de base de datos y creación de funcionalidades para el control de los enclavamientos.

El nuevo sistema gestionará las comunicaciones y el estado de todas las líneas de enclavamientos, ayudando a controlar el tráfico ferroviario de la red de líneas de esta red.

The Spanish Railway Infrastructure Administrator (ADIF), has ordered the updating of the Centralised Traffic Centre (CTC) software system of the command posts of El Berrón, in Cantabria.

The project is intended for the implementation of a new traffic management technology, bringing modernity, reliability and security to management. The main action is focused on the implementation of a new software system, database migration and creation of functionalities for the control of interlocks.

The new system will manage communications and status of all interlocking lines, helping to control rail traffic on the railway lines network of this network.



Se incluirá el desarrollo de un simulador programado con tecnología Java de los enclavamientos de las líneas de El Berrón, conectándose a sistemas de tipo SCADA (PCU) para emular las remotas del sistema.

Cabe resaltar que este proyecto ha sido ejecutado como parte de las obras de renovación, actualización y mantenimiento de los sistemas de CTC que inició el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF) en 2018 y que contempla, también, los CTCs de Santander y Bilbao, obra que asciende aproximadamente a importe global de casi 9 millones de euros.

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Ferroviario.
- **Intervención Ad Maiores:** diseño, desarrollo y validación de sistemas de gestión y control de trenes.
- **Ubicación:** Madrid, España.
- **Año:** 2019.
- **Tecnologías involucradas:**
 - Oracle Database
 - SQLite
 - Swing
- **Programación:**
 - C++
 - Java
 - Python
 - SCADA

It will include the development of a simulator programmed with Java technology for the interlocks of the El Berrón interlock, connecting to SCADA-type systems (PCU) in order to emulate the remote systems.

It should be noted that this project has been undertaken as part of the refurbishment, updating and maintenance works of the CTC systems that the Railway Infrastructure Administrator (ADIF) commenced in 2018 and which likewise includes the Santander and Bilbao CTCs, work which amounts to approximately a total amount of almost 9 million Euros.

Technical guide:

- **Project type:** Railway.
- **Ad Maiores participation:** design, development and validation of train management and control systems.
- **Location:** Madrid, Spain.
- **Year:** 2019.
- **Relevant technology:**
 - Oracle Database
 - SQLite
 - Swing
- **Programming:**
 - C++
 - Java
 - Python
 - SCADA

5.15 Concentrador de contadores de ejes ferroviarios

Railway Axles Counter Concentrator

El proyecto está basado en el diseño, desarrollo y validación, del sistema de un concentrador de contadores de ejes, utilizados para detectar la integridad, presencia y ocupación del tren a lo largo de toda la vía ferroviaria.

El contador de ejes es un sistema de seguridad electromagnético, formado por pedales direccionales y subsistemas que detectan, cuentan y controlan el número de ejes que pasan por encima de la vía. Está pensado para anticiparse a cualquier contingencia de fallo que pueda presentarse y, de esta manera, asegurar que no repercuta en el establecimiento de una conducción segura.

El mecanismo aporta fiabilidad al tránsito de los trenes y proporciona información sobre el estado de las vías (libres y ocupadas), permitiendo una correcta

The project is based on the design, development and validation of the railway axles counter concentrator system, used to detect the integrity, presence and occupation of the train along the entire railway track.

The axles counter is an electromagnetic safety system, consisting of directional pedals and subsystems which detect, tally and control the number of axles which pass over the track. It is designed to anticipate any failure contingency which may arise and, in this fashion, ensure that it does not affect the implementation of safe driving.

The mechanism provides reliability to train traffic and furnishes information on the state of the tracks (clear and occupied), allowing for proper circulation. It functions via sections of a certain length (canton), in which devices are installed at the commencement



circulación. Funciona por tramos de longitud determinada (cantón), en los que se instalan dispositivos al inicio y al final, encargados de contar el número de ejes que pasan por encima de este.

Un cantón se considera ocupado cuando el primer eje del tren accede al mismo, momento en el cual se activa el contador de entrada; asimismo se considera libre cuando el último eje pasa por el contador de salida, dejando el cantón. Para considerarse una operación exitosa, la resta de ejes de entrada y de salida tendrá que dar como resultado cero, acción que garantiza que el tren ha liberado completamente el cantón.

El concentrador de contadores de ejes se encarga de conglomerar la información sobre las secciones de vía a partir de los mensajes enviados por los contadores de ejes de una zona y transmitírsela al enclavamiento electrónico, así como de trasladar las posibles órdenes del enclavamiento hacia los mismos.

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Ferroviario.
- **Intervención Ad Maiores:** diseño, desarrollo y validación de sistemas de gestión y control de trenes.
- **Ubicación:** Madrid, España.
- **Año:** 2019.
- **Tecnologías involucradas:**
 - IBM Rational DOORS
- **Programación:**
 - C
 - C++
 - FPGA
 - RTOS
- **Normativas:**
 - CENELEC - EN 50126-1- Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS). Parte 1: Procesos RAMS genéricos.
 - CENELEC - EN 50128- Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección del ferrocarril.

and at the end, responsible for counting the number of axles which pass over the track.

A canton is considered occupied when the first axle of the train accesses same, at which point the entry counter is activated; it is likewise considered to be free when the last axle passes through the exit counter, leaving the canton. To be considered a successful operation, the subtraction of entry and exit axles the result of which must be a zero, an action which ensures that the train has completely released the canton.

The axle counter concentrator is responsible for compiling the information on the track sections from the messages sent by the axle counters of an area and transmitting that information to the electronic interlocking, as well as transferring the possible interlocking orders to same.

Technical guide:

- **Project type:** Railway.
- **Ad Maiores participation:** design, development and validation of train management and control systems.
- **Location:** Madrid, Spain.
- **Year:** 2019.
- **Relevant technology:**
 - IBM Rational DOORS
- **Programming:**
 - C
 - C++
 - FPGA
 - RTOS
- **Standards:**
 - CENELEC - EN 50126-1 - Railway Applications. The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS). Part 1: Generic RAMS processes.
 - CENELEC - EN 50128 - Railway Applications. Communication, signalling and processing systems. Software for railway control and protection systems.

5.16 Core Evolution: *ticketing* para el metro de Kuala Lumpur, en Malasia

Core Evolution: ticketing for the Kuala Lumpur metro in Malaysia

El proyecto tiene el objetivo la gestión de los entornos de desarrollo del *Control Center* (CC) y *Station Controller* (SC) para la nueva versión del Core Evolution, sistema de ticketing del metro de Kuala Lumpur, en Malasia.

El Core Evolution (antes Core 2), se encarga de gestionar las operaciones que se realizan con los diversos equipos de campo involucrados en la operatividad de un sistema de metro como máquinas expendedoras de títulos de transporte, control de accesos, dispositivos y terminales de validación portátil – PDA, entre otros. Se divide en módulos, cada uno encargado de una función en específico:

1. Generación de paquetes de configuración para equipos de campo, provistos para la actualización de datos e información al usuario.

The project is intended for the management of development settings of the Control Centre (CC) and Station Controller (SC) for the new version of the Core Evolution, the ticketing system for the Kuala Lumpur metro, in Malaysia.

The Core Evolution (formerly Core 2), is responsible for managing the operations undertaken with the various field teams involved in the operation of a metro system such as ticket vending machines, access control, devices and validation terminals, portable – PDA, among others. It is divided into modules, each one in charge of a specific function:

1. *Generation of configuration packages for field equipment, provided for updating data and*



2. Gestión de monitorización para la observación del estado de todos los equipos en la estación ferroviaria como alarmas, emergencias, seguridad, comunicación, entre otros.
3. Gestión de registros transaccionales para la obtención de datos de control ferroviario, venta de billetes y facturación, usuarios, incidencias, entre otras diversas operaciones.
4. Gestión de acceso para usuarios y administración de los diversos perfiles y asignación de funciones.

El equipo de central obtiene datos en tiempo real, que enviará al equipo de *reports*, encargado de generar gráficas para poder visualizarlos. Para tal fin se utiliza una arquitectura basada en un sistema de "colas", que gestiona la atención de dos tipos de registros por orden de llegada: transaccionales (entradas y salidas por una puerta automática, número de billetes vendidos, etc.) y de monitorización (cambios de estado de los equipos-por ejemplo, fuera de servicio, modo de emergencia- y alarmas, entre otros). Estos registros, se envían al CC y al SC mediante colas de ActiveMQ. Con respecto al alcance de la operatividad CC opera para toda la red de metro, mientras que el SC opera para una única estación.

Esta solución brinda soporte a los equipos de campo con tecnología contactless y dispositivos electrónicos como tarjetas electrónicas y tokens validados por radiofrecuencia mediante los sistemas de control de accesos sin contacto, asegurando su correcto funcionamiento.

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Ferroviario.
- **Intervención Ad Maiorem:** desarrollo de sistemas integrales de *ticketing* para el transporte ferroviario.
- **Ubicación:** Madrid, España.
- **Año:** 2019.
- **Tecnologías involucradas:**
 - Apache ActiveMQ
 - CacheCluster
 - GitFlow
 - OpenJDK
 - Oracle SQL Developer
 - WildFly
- **Programación:**
 - Java

information to the user.

2. *Monitoring management for the observation of the status of all equipment at the railway station such as alarms, emergencies, security, communication, among others.*
3. *Management of transactional records to obtain railway control data, ticket sales and invoicing, users, incidents, among other various operations.*
4. *Access management for users and administration of the various profiles and assignment of functions.*

The plant team obtains data in real time, which is sent to the reports team, responsible for generating graphs in order to visualise same. For this purpose, an architecture based on a "queuing" system is used, which manages the consideration of the two types of records in order of arrival: transactional (entries and exits through an automatic door, number of tickets sold etc.) and monitoring (status changes of the equipment -for example, out of service, emergency mode- and alarms, among others). These records are sent to the CC and the SC using ActiveMQ queues. As regards the scope of the operability, the CC functions for the entire metro network, whilst the SC functions for a single station.

This solution supports field equipment with contactless technology and electronic devices such as electronic cards and tokens validated by radio frequency through contactless access control systems, ensuring their correct operation.

Technical guide:

- **Project type:** Railway.
- **Ad Maiorem participation:** development of comprehensive ticketing systems for railway transport.
- **Location:** Madrid, Spain.
- **Year:** 2019.
- **Relevant technology:**
 - Apache ActiveMQ
 - CacheCluster
 - GitFlow
 - OpenJDK
 - Oracle SQL Developer
 - WildFly
- **Programming:**
 - Java

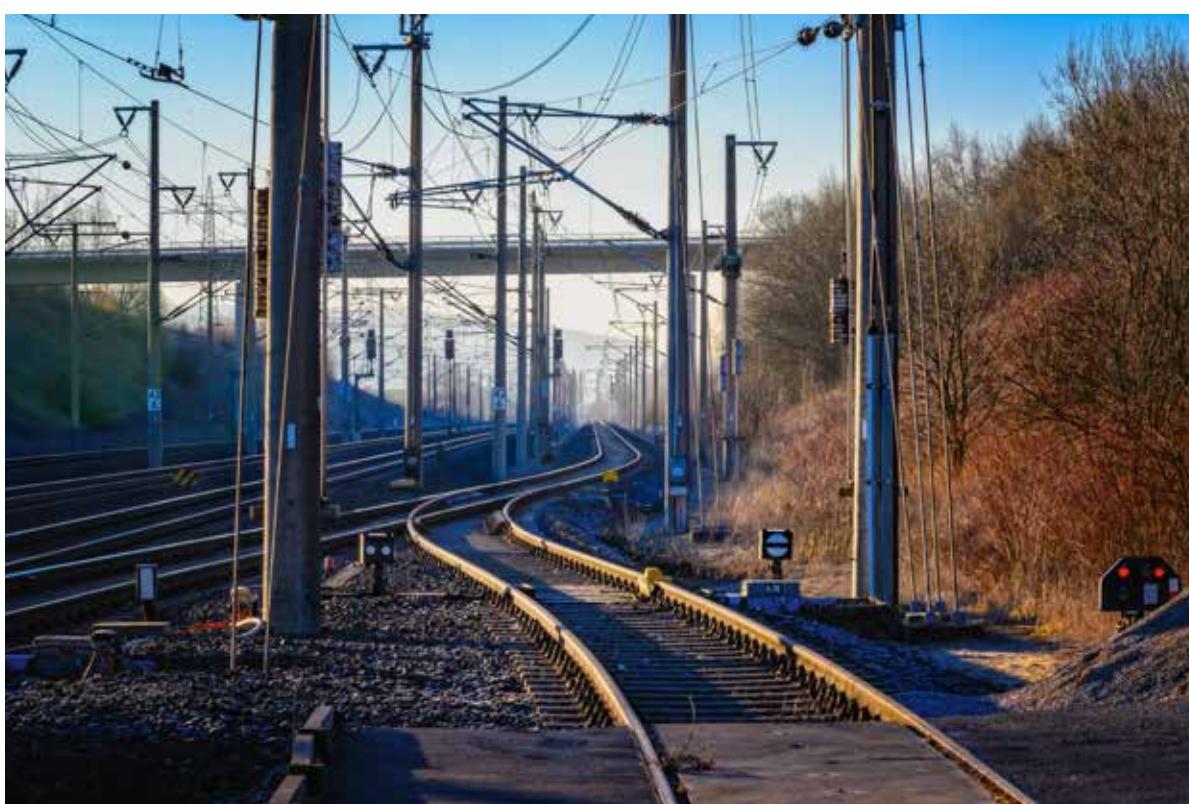
5.17 ENCE V4: sistema de enclavamiento electrónico *ENCE V4: electronic interlocking system*

El proyecto tiene como objetivo el desarrollo de un nuevo enclavamiento. Se sigue el estándar de desarrollo de ciclo en V y se realizan tareas a nivel de sistema (ENCEv4 en conjunto), subsistema (*hardware, software* de plataforma y *software* de aplicación), y de componente. Por tanto, se llevan a cabo tareas de especificación, diseño, implementación y pruebas unitarias.

El sistema completo, los subsistemas y la mayoría de los componentes se consideran elementos críticos de seguridad, por lo que les corresponde el nivel SIL-4 según la normativa CENELEC EN 50129.

The project intends to develop a new interlocking system. The V-cycle development standard is followed and tasks are performed at the system level (ENCEv4 as a whole), subsystem (hardware, platform software, and application software), and component. Therefore, specification, design, implementation and unit testing tasks are undertaken.

The entire system, the subsystems and the majority of the components are considered critical safety elements, which is why these correspond to the SIL-4 level as per the CENELEC EN 50129 Standard.



El enclavamiento electrónico está dividido en tres subsistemas: el *hardware*, *software* de plataforma y *software* de aplicación.

El *hardware* está preparado para comunicarse, bien con entradas y salidas digitales o bien mediante protocolos con los diferentes elementos de campo como señales, agujas (motores que controlan las vías que permiten al tren cambiar su dirección entre una vía u otra) o balizas (dispositivo que emite señales electromagnéticas que permite la comunicación entre la vía y el tren), entre otros.

El *software* de plataforma controla el *hardware* y gestiona el sistema operativo. El principal objetivo de este *software* es independizar a la capa superior (*software* de aplicación) del *hardware*. De esta forma, se optimiza el desarrollo, se facilita la instalación en campo y se independiza el *software* de aplicación de posibles cambios en el *hardware*.

Con respecto al *software* de aplicación, ENCE V4, se descompone en distintos módulos para conformar una aplicación final que puede ser tranvía, tren convencional o de alta velocidad. Este *software* controla los elementos de campo y la lógica de seguridad que permite la circulación segura de los convoyes ferroviarios. Los criterios más importantes para el desarrollo de estos componentes son la seguridad, la flexibilidad para adaptarse a los clientes y normativas de cada país, la facilidad de despliegue en los distintos enclavamientos y la mantenibilidad.

Nueva tarjeta de enclavamiento electrónico:

Además, dentro de este proyecto se diseña, programa y valida la plataforma *hardware* y el *firmware* de los diversos dispositivos de lógica programable de las nuevas tarjetas PCB para el Enclavamiento Electrónico.

Cada tarjeta está compuesta de microprocesadores, dispositivos de lógica programable (FPGA), dispositivos ADC (Analog-to-Digital Converter), convertidores DC-DC, etc., que soportan diversos protocolos de

The electronic interlocking system is divided into three subsystems: hardware, platform software and application software.

The hardware is set up to communicate, either with digital inputs and outputs or through protocols with the different field elements such as signals, switches (motors which control the tracks that enable the train to change its direction between one track or another) or beacons (a device which emits electromagnetic signals that enables communication between the track and the train), among others.

The platform software controls the hardware and manages the operating system. The main objective of this software is to separate the upper layer (application software) from the hardware as an independent element. In this fashion, development is optimised, field installation is facilitated and the application software is separated from any possible changes in the hardware.

As regards the application software, the ENCE V4, is broken down into different modules to comprise a final application that can be a tram, conventional train or high speed train. This software controls the field elements and the safety logic which allows for the safe movement of railway convoys. The major criteria for the development of these components are safety, the flexibility to adapt to the clients and the regulations of each country, the ease of deployment in different interlocks and maintainability.

New electronic interlocking card:

Furthermore, within this project, the hardware platform and firmware of the various programmable logic devices of the new PCBs for Electronic Interlocking are designed, programmed and validated.

Each card comprises microprocessors, programmable logic devices (FPGA), ADC (Analog-to-Digital Converter) devices, DC-DC converters etc., which support various communication protocols, serial, Ethernet. These cards are multifunctional, that is, the same card allows for a different number of functionalities

comunicaciones, serie, *Ethernet*. Son de carácter multifuncional, es decir, una misma tarjeta permite un diverso número de funcionalidades que implica mayor modularidad, lo que permite reducir costes, esfuerzos de producción y validación.

En este sentido, después del diseño y producción de las tarjetas PCB, se realizan pruebas unitarias de validación de los prototipos *hardware*, donde se comprueban las especificaciones y funcionalidades del diseño; Además se realizan normas de prueba que se utilizan para validar la producción en serie del *hardware*. En materia de *firmware*, se realizan *test bench* para comprobar la idoneidad de su diseño y desarrollo.

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Ferroviario.
- **Intervención Ad Maiores:** desarrollo de software embebido para distintos sistemas y productos de señalización ferroviaria e información al viajero.
- **Ubicación:** Madrid, España.
- **Año:** 2019.
- **Tecnologías involucradas:**
 - VectorCAST
- **Programación:**
 - C
 - SCADE

which implies greater modularity, which permits reducing costs, production efforts and validation.

In this regard, after the design and production of the PCB cards, unit tests of validation of the hardware prototypes are carried out, where the design specifications and functionalities are verified; furthermore, test standards are used to validate the serial production of the hardware. As regards the firmware, bench tests are carried out in order to verify the suitability of its design and development.

Technical guide:

- **Project type:** Railway.
- **Ad Maiores participation:** development of embedded software for various railway signalling systems and products and passenger information.
- **Location:** Madrid, Spain.
- **Year:** 2019.
- **Relevant technology:**
 - VectorCAST
- **Programming:**
 - C
 - SCADE

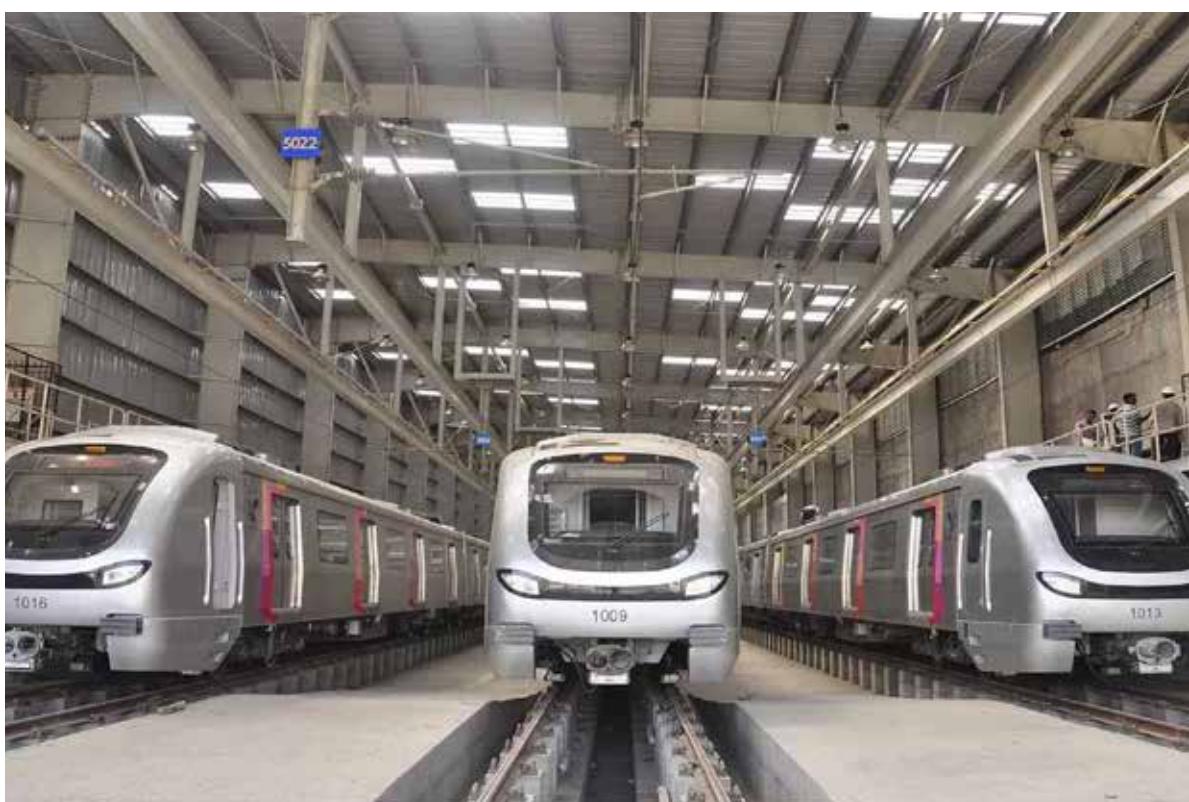
5.18 Nuevo metro de Navi Mumbai, en India *New Navi Mumbai metro in India*

El metro Navi Mumbai es el nuevo sistema de transporte rápido para la ciudad india de Navi Mumbai, Maharashtra. Esta obra es supervisada por la *City and Industrial Development Corporation of Maharashtra (CIDCO)*, quien ha planteado la construcción de seis líneas de ferrocarril que cubrirán un total de 106.4 kilómetros de distancia, atendiendo a una población de 2.6 millones de personas.

Actualmente se están ejecutando los trabajos de construcción de la línea 1 del metro que contará con 11 estaciones y una extensión de 11,10 kilómetros, abarcando desde CBD Belapur hasta Pendhar.

The Navi Mumbai Metro is the new rapid transport system for the Indian city of Navi Mumbai, Maharashtra. This work is supervised by the City and Industrial Development Corporation of Maharashtra (CIDCO), which has proposed the construction of six railway lines that will cover a total distance of 106.4 kilometres, serving a population of 2.6 million people.

Construction work is currently underway on Line 1 of the subway which will have 11 stations and an extension of 11.10 kilometres, from CBD Belapur to Pendhar.



El proyecto tiene como objetivo el diseño y desarrollo del sistema central y las pruebas de configuración de equipos de telemando que permitirán gestionar y controlar de manera centralizada el estado de la vía en todo momento, disponer de información en tiempo real para la toma de decisiones, reforzar la seguridad y calidad en el servicio, reducir el riesgo de incidentes y optimizar la utilización de los recursos.

Así mismo, está prevista la implementación de un sistema de *ticketing* de última generación para el control de accesos y billetaje que contará con tecnología *contactless*, que entre otras cosas permitirá ofrecer un mejor servicio y mejor información al viajero. Esta solución, además, contará con equipos portátiles de recarga e inspección, que permitirán la recarga de tarjetas y la inspección de estas directamente en los trenes y andenes.

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Ferroviario.
- **Intervención Ad Maiores:** desarrollo de sistemas integrales de *ticketing* para el transporte ferroviario.
- **Ubicación:** Madrid, España.
- **Año:** 2019.
- **Tecnologías involucradas:**
 - .NET
 - PostgreSQL
 - Script
- **Programación:**
 - Java

The objective of the project is the design and development of the central system and the remote control equipment configuration tests which allow for centralised management and control of the state of the track at any given moment, providing real-time information for decision-making, reinforce the safety and quality of the service, reduce the risk of incidents and optimise the use of resources.

Likewise, the implementation of a state-of-the-art ticketing system for access control and ticketing is planned, which will have contactless technology, which among other things will include offering an improved service and better information for passengers. This solution will furthermore have portable reloading and inspection equipment, which will allow for card recharging and card inspection directly on trains and platforms.

Technical guide:

- **Project type:** Railway.
- **Ad Maiores participation:** development of comprehensive ticketing systems for railway transport.
- **Location:** Madrid, Spain.
- **Year:** 2019.
- **Relevant technology:**
 - .NET
 - PostgreSQL
 - Script
- **Programming:**
 - Java

5.19 Plataforma de Unidad Lógica Distribuida (ULD) *Distributed Logical Unity Platform (ULD)*

El proyecto tiene como finalidad el desarrollo y pruebas funcionales de la Plataforma de Unidad Lógica Distribuida (ULD), que surge como un elemento del ENCEv4, nuevo sistema de enclavamiento electrónico encargado de controlar la circulación de los trenes en una estación ferroviaria.

La plataforma ULD cuenta con Arquitectura 2003, separación entre la funcionalidad SIL4 y la funcionalidad SIL1 [Safety Integrity Level 4 y 1 (definiéndose como el nivel relativo de reducción del riesgo, que se definen en cuatro estándares de seguridad, siendo el nivel 4 el más severo y 1 el más bajo)], comunicaciones Ethernet a través de cuatro interfaces redundadas, gestión de entradas y salidas de elementos de campo seguras y no seguras y protocolos de

The project is intended to develop and test the Distributed Logic Unit Platform (ULD), which emerges as an element of the ENCEv4, a new electronic interlocking system responsible for controlling the circulation of trains at a railway station.

The ULD platform has Architecture 2003, separation between SIL4 functionality and SIL1 functionality [Safety Integrity Level 4 and 1 (defined as the relative level of risk reduction, which are specified in four safety standards, with level 4 being the most severe and 1 the lowest)], Ethernet communications through four redundant interfaces, management of inputs and outputs of secure and non-secure field elements and communications protocols [TCP/IP, safe in the CELENEC EN 50159 standard (applicable to the aspects of digital transmission and communication between electronic equipment, which includes



comunicaciones [TCP/IP, seguras en la normativa CELENEC EN 50159 (aplicable a los aspectos de transmisión y comunicación digital entre equipos electrónicos, que cubre la seguridad en todo tipo de redes de comunicación, tanto abiertas como cerradas).

La ULD tiene como funciones principales, el control y la supervisión de los elementos de campo como semáforos, agujas, balizas, contactor de ejes, entre otros; y, está compuesta por *hardware, software* de plataforma y *software* de aplicación.

Durante el desarrollo del proyecto ENCEv4 se considera utilizar la Plataforma ULD en el desarrollo de otros productos, por lo que se certificó a la Plataforma ULD como un producto independiente que, además, se podrá utilizar en el Sistema Contador de Ejes (CCE), equipamiento electrónico diseñado para evaluar con seguridad la ocupación por un tren de una sección de vía.

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Ferroviario.
- **Intervención Ad Maiores:** safety y análisis de RAMS.
- **Ubicación:** Madrid, España.
- **Año:** 2019.
- **Tecnologías involucradas:**
 - Jenkins
 - VectorCAST
- **Programación:**
 - C
- **Normativas:**
 - Safety Integrity Level 4 (SIL4)
 - CENELEC - EN 50126-1- Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS). Parte 1: Procesos RAMS genéricos.

security in all types of communication networks, both open and closed).

The main functions of the ULD are the control and supervision of field elements such as traffic lights, switches, beacons, axle contactor, among others; and, is composed of hardware, platform software and application software.

During the execution of the ENCEv4 project, it was considered to use the ULD Platform in the development of other products, which is why the ULD Platform was certified as an independent product that, furthermore, can be used in the Axle Counter System (ACS), electronic equipment designed to safely assess the occupation by a train of a section of the track.

Technical guide:

- **Project type:** Railway.
- **Ad Maiores participation:** safety and RAMS analysis.
- **Location:** Madrid, Spain.
- **Year:** 2019.
- **Relevant technology:**
 - Jenkins
 - VectorCAST
- **Programming:**
 - C
- **Standards:**
 - Safety Integrity Level 4 (SIL4)
 - CENELEC - EN 50126-1 - Railway Applications. The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS). Part 1: Generic RAMS processes.

5.20 RBC (Radio Block Centre) - Zone Controller RBC (Radio Block Centre) - Zone Controller

El proyecto está basado en el desarrollo y la evolución del sistema integral de seguridad crítica *Radio Block Centre* (RBC) para vías férreas de alto tránsito a *Zone Controller*. Dispositivo informático que tiene como finalidad comunicar y transmitir información vital al tren con respecto a la circulación, permitiendo la automatización de este, sin presencia de un maquinista.

El RBC/*Zone Controller*, utiliza datos geográficos específicos de la vía ferroviaria (proveniente de los enclavamientos), la información de los elementos de campo y la información enviada por los propios trenes que circulan; determina la ubicación exacta del tren, el perfil o curva de velocidad que el tren puede aplicar de manera segura y punto donde

The project is based on the development and evolution of the comprehensive Radio Block Centre (RBC) critical safety system for high traffic railways to the Zone Controller. A computer device which is intended for the communication and transmission of essential information to the train with regard to movement, enabling its automation, without the presence of a machinist.

The RBC/Zone Controller, uses specific geographical data of the railway track (ensuing from the interlocks), the information of the field elements and the information sent by the trains which run; determining the exact location of the trains themselves, the profile or speed curve that the train can safely apply, and braking distance, among other



debe detenerse, entre otras cosas. Esta exactitud a la hora de calcular la ubicación permite que el RBC/Zone Controller pueda gestionar la circulación de los trenes con un espacio mínimo entre ellos, sin causar la colisión. Aparece el concepto *Moving Block*, sistema de bloques de señalización que se definen en tiempo real como zonas de seguridad alrededor de cada tren y permiten que su ubicación sea calculada dinámicamente, de manera exacta y en función de múltiples parámetros, dando como resultado el aumento de la capacidad de transito de la línea férrea.

El RBC, junto a otros sistemas como el *Interlocking* o Enclavamiento (encargado de controlar los diferentes elementos que se encuentran en la vía, tales como señales, agujas, circuitos de vía, pasos a nivel, detectores, entre otros), y el *Human Machine Interface* (sistema que interactúa con los diferentes operadores que hace posible la gestión de la circulación ferroviaria y el conocimiento del estado de los diferentes elementos y sistemas que conforman la solución), forman parte del *Communications-Based Train Control* (CBTC), sistema automático de tecnología avanzada que garantiza una explotación de la vía óptima y segura, aportando información sobre el despliegue de los trenes y ayuda a obtener datos precisos de su funcionamiento en tiempo real.

Asimismo, este sistema se sujet a la normativa CELENEC 50128 para aplicaciones ferroviarias (sistemas de comunicación, señalización y procesamiento), por medio de la cual se definen las directrices para el desarrollo del software en materia de control y protección del ferrocarril.

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Ferroviario.
- **Intervención Ad Maiores:** desarrollo de software embebido para distintos sistemas y productos de señalización ferroviaria e información al viajero.
- **Ubicación:** Madrid, España.
- **Año:** 2019.
- **Tecnologías involucradas:**
 - Scrum
 - IBM Rational DOORS
 - Telelogic Rhapsody
 - Enterprise Architect
 - Eclipse
 - Jenkins
 - VectorCAST
 - Subversion
 - TortoiseSVN
- **Programación:**
 - C
- **Normativas:**
 - CENELEC- EN 50128- Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento.
 - Software para sistemas de control y protección del ferrocarril.*

things. This accuracy when calculating location enables the RBC/Zone Controller to manage each of the trains running on the tracks, with a minimum space between same, avoiding collisions. The Moving Block concept appears, a system of signaling blocks that are defined in real time as security zones around each train and allow their location to be calculated dynamically, accurately and according to multiple parameters, resulting in increased of the transit capacity of the railway line.

The RBC, together with other systems such as the Interlocking or Locking (responsible for controlling the different elements which are on the track, such as signals, switches, track circuits, level crossings, detectors, among others), and the Human Machine Interface (a system which interacts with the different operators that facilitates the management of the railway traffic and the knowledge of the status of the different elements and systems which make up the solution), are part of the Communications-Based Train Control (CBTC), state-of-the art automatic technology system which ensures an optimal and safe operation of the track, providing information on the deployment of trains and helps to obtain accurate data on their operation in real time.

Likewise, this system is subject to the CELENEC 50128 Standard for Railway Applications (Communication, signalling and processing systems), whereby the guidelines for the development of software in the railway control and protection field are defined.

Technical guide:

- **Project type:** Railway.
- **Ad Maiores participation:** development of embedded software for various railway signalling systems and products and passenger information.
- **Location:** Madrid, Spain.
- **Year:** 2019.
- **Relevant technology:**
 - Scrum
 - IBM Rational DOORS
 - Telelogic Rhapsody
 - Enterprise Architect
 - Eclipse
 - Jenkins
 - VectorCAST
 - Subversion
 - TortoiseSVN
- **Programming:**
 - C
- **Standards:**
 - CENELEC - EN 50128 - Railway Applications. Communication, signalling and processing systems. Software for railway control and protection systems.

5.21 SCI-CC-A: protocolo de comunicación ferroviaria *SCI-CC-A: railway communication protocol*

La finalidad del proyecto consiste en diseñar y desarrollar un Protocolo Estándar (SCI-CC-A) impulsado por ADIF (Administrador de Infraestructuras Ferroviarias de España) para comunicaciones entre los Centros de Control de Tráfico Centralizado (CTC) y los diversos equipos y señales de tránsito presentes en la vía, que componen los sistemas de enclavamientos ferroviarios.

El estándar SCI-CC-A, está basado en protocolos TCP/IP aplicables a la comunicación en red que permite establecer una conexión y el intercambio de datos entre dos equipos, proporcionando un

The purpose of the project is to design and develop a Standard Protocol (SCI-CC-A) promoted by ADIF (Spanish Railway Infrastructure Administrator) for communications between the Centralised Traffic Control Centres (CTC) and the various equipment and signals of traffic present on the track, which comprise the railway interlocking systems.

The SCI-CC-A standard is based on TCP/IP protocols applicable to network communication which enables establishing a connection and data exchange between two computers, providing reliable data transport.



transporte fiable de datos.

En este caso, desde el CTC al sistema de enclavamiento (mandos al enclavamiento, habilitar y anular bloqueos de vía, autorizaciones, señalización, destinos de entrada y salida, apertura y cierre de pasa nivel, entre otros); y desde el enclavamiento al CTC (estado de equipos que están conectados al enclavamiento como señales, agujas, cambiadores de hilo, paso a nivel, cambiador de ancho de vía, detector de caída de objetos, entre otros).

Este protocolo está pensando en atender a toda España. El objetivo de ADIF es que todos los proveedores que desarrollen CTCs y sistemas de enclavamientos presentes en el país, puedan homogenizar sus comunicaciones y ser compatibles entre ellos, independientemente del fabricante, al utilizar un único protocolo que facilite esta gestión.

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Ferroviario.
- **Intervención Ad Maiores:** diseño, desarrollo y validación de sistemas de gestión y control de trenes.
- **Ubicación:** Madrid, España.
- **Año:** 2019.
- **Tecnologías involucradas:**
 - Cmake
 - GNU Compiler Collection (GCC)
 - Makefile
 - Microsoft Visual Studio
 - Red Hat Enterprise Linux (RHEL)
- **Programación:**
 - GNU/Linux
 - S.O. Centos

In this case, from the CTC to the interlocking system (commands to interlock, enable and disable railway blocks, authorisations, signalling, entry and exit destinations, opening and closing of level crossings, among others); and from the interlock to the CTC (status of equipment which is connected to the interlock such as signals, switches, wire changers, level crossing, track gauge changer, object drop detector, among others).

This protocol is designed to serve all of Spain. The objective of ADIF is that all suppliers which develop CTCs and interlocking systems present in the country, can homogenise their communications and be compatible with each other, regardless of the manufacturer, by using a single protocol that facilitates this management.

Technical guide:

- **Project type:** Railway.
- **Ad Maiores participation:** design, development and validation of train management and control systems.
- **Location:** Madrid, Spain.
- **Year:** 2019.
- **Relevant technology:**
 - Cmake
 - GNU Compiler Collection (GCC)
 - Makefile
 - Microsoft Visual Studio
 - Red Hat Enterprise Linux (RHEL)
- **Programming:**
 - GNU/Linux
 - S.O. Centos

5.22 SITRA+: regulación de tránsito ferroviario *SITRA+: railway traffic regulation*

El proyecto tiene por objetivo principal el desarrollo de SITRA+, nuevo aplicativo de regulación y gestión de tránsito y circulación de trenes del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF). La funcionalidad de este proyecto se hace extensiva a toda la red ferroviaria, tanto convencional como de ancho métrico y de alta velocidad.

SITRA+ es un sistema critico que regula la operación de la red que ofrece datos en tiempo real e integra los diversos sistemas de explotación ferroviaria con los que cuenta ADIF. Este nuevo aplicativo, supone una mejora en sus funcionalidades incorporando tecnologías como la inteligencia artificial.

The main objective of the project is the development of SITRA+, a new application for the regulation and management of train traffic and movement by the Railway Infrastructure Administrator. The functionality of this project is extended to the entire rail network, both conventional as well as metric gauge and high speed.

SITRA+ is a critical system which regulates the operation of the network that offers real-time data and integrates the various railway operation systems that ADIF has. This new application represents an improvement in its functionalities incorporating technologies such as artificial intelligence.



Cuenta con una arquitectura que facilita su desarrollo, evolución y mantenimiento, resultado de este un considerable ahorro de costes.

Este sistema, aportará valor añadido como servicios de monitorización y localización de trenes (características de las unidades ferroviarias, tipos de vías, rutas de circulación, horarios, puntos de cruce, detección de contingencias, entre otros. Además de alimentar de información a otros sistemas externos como los de información al viajero para reforzar la experiencia positiva del usuario.

SITRA+ sustituye a Da Vinci, antiguo sistema de control y gestión del tráfico ferroviario de las líneas españolas de alta velocidad. La principal novedad de este sistema es que incorporará un numerador/enrutador automático de trenes, por medio del cual los operadores contaran con una herramienta que les asista en las tareas de regulación del tráfico, facilitando así el trabajo de estos.

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Ferroviario.
- **Intervención Ad Maiores:** diseño, desarrollo y validación de sistemas de gestión y control de trenes.
- **Ubicación:** Madrid, España.
- **Año:** 2019.
- **Tecnologías involucradas:**
 - Angular
- **Programación:**
 - Java
 - JavaScript

It has an architecture which facilitates its development, evolution and maintenance, resulting in considerable cost savings.

This system will provide added value such as train monitoring and location services (characteristics of railway units, types of tracks, circulation routes, schedules, crossing points, detection of contingencies, among others. In addition to feeding information to other external systems such as passenger information to reinforce a positive user experience.

SITRA+ replaces Da Vinci, the former railway traffic control and management system for Spanish high-speed lines. The main innovation of this system is that it will incorporate an automatic train numbering/router, through which operators will have a tool to assist them in traffic regulation tasks, thereby facilitating their work.

Technical guide:

- **Project type:** Railway.
- **Ad Maiores participation:** design, development and validation of train management and control systems.
- **Location:** Madrid, Spain.
- **Year:** 2019.
- **Relevant technology:**
 - Angular
- **Programming:**
 - Java
 - JavaScript

5.23 *Ticketing para el sistema de transportes de Riad, Arabia Saudita* *Ticketing for the transport system of Riyadh, Saudi Arabia*

El proyecto se basa en la implementación del sistema de *ticketing* y control de accesos al nuevo sistema de transporte de Riad, ciudad capital de Arabia Saudita. Pretende suministrar y gestionar todos los sistemas relacionados a la venta de títulos de transporte y validación, haciéndose extensivo y convergente para toda la red de metro (seis líneas, 80 estaciones, con un total de 175 km) y autobuses públicos (alrededor de 1,000 vehículos) de la ciudad.

The project is based on the implementation of the ticketing and access control system for the new transport system in Riyadh, the capital city of Saudi Arabia. It is intended to supply and manage all the systems related to the sale of transport tickets and validation, becoming an extensive and convergent system for the entire metro network (six lines, 80 stations, with a total of 175 km) and public buses (approximately 1,000 vehicles) of the city.



El proyecto incluye el desarrollo e instalación del equipo central (encargado de recopilar datos de los equipos y distribución de configuraciones), máquinas automáticas y taquillas (equipos de venta de operación manual) y pasos y validadores (equipos de validación de tarjetas de usuario).

Por medio de la tecnología *contactless*, todos los usuarios podrán acceder a todo este sistema de transporte, portando únicamente una tarjeta que les permita validar de forma ágil y rápida solo con presentarla en los lectores instalados en la red de buses y líneas de metro. El *contactless* usa tecnología *Near Field Communication* (NFC), que permite una comunicación inalámbrica, de alta frecuencia y de corto alcance. Los estándares tecnológicos del NFC cubren protocolos de comunicación y formatos de intercambio de datos entre diversos dispositivos, y están basados en ISO 14443 [*Radio Frequency identification* (RFID)].

Asimismo, el *contactless* da la lógica e inteligencia necesaria a todo el sistema de *ticketing*, programando y configurando los dispositivos para atender las operaciones de los usuarios, tanto para viajeros como para operarios.

El objetivo es hacer inteligente al sistema de tal manera que aporte al usuario mayor funcionalidad, facilidad e intuición en su uso.

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Ferroviario.
- **Intervención Ad Maiores:** desarrollo de sistemas integrales de *ticketing* para el transporte ferroviario.
- **Ubicación:** Madrid, España.
- **Año:** 2019.
- **Normativas:**
 - ISO/IEC 14443- Tarjetas de identificación, integrado sin contacto tarjetas de circuito, tarjetas de proximidad.

The project includes the development and installation of the central team (responsible for the compilation of equipment and configuration distribution data), automatic machines and ticket offices (manually operated sales teams) and steps and validators (user card validation equipment).

Through contactless technology, all users will be able to access this entire transport system, using only one card which enables validation easily and quickly just by presenting the cards in the readers installed in the bus and metro lines network. Contactless uses Near Field Communication (NFC) technology, which enables high-frequency, short-range wireless communication. The NFC technology standards include communication protocols and data exchange formats between various devices, and are based on the ISO 14443 [Radio Frequency identification (RFID)] Standard.

Likewise, contactless affords the necessary logic and intelligence to the entire ticketing system, programming and configuring the devices to meet the operations of the users, both for passengers as well as operators.

The objective is to make the system intelligent in such a way that it provides the user with greater functionality, ease and user friendliness.

Technical guide:

- **Project type:** Railway.
- **Ad Maiores participation:** development of comprehensive ticketing systems for railway transport.
- **Location:** Madrid, Spain.
- **Year:** 2019.
- **Standards:**
 - ISO/IEC 14443 - Identification cards - Contactless integrated circuit cards - Proximity cards.

5.24 Pupitre: dispositivo embarcado para buses de transporte público *Pupitre: onboard ticketing device for public transport buses*

El proyecto tiene el objetivo la implementación del sistema de funcionamiento del dispositivo embarcado Pupitre. Se trata de un equipo de *ticketing*, que actúa como interfaz entre el conductor, el Centro de Control, el Sistema de Ayuda a la Explotación (SAE) – Nauta y con equipos embarcados como la validadora *contactless*, instalados en una unidad de transporte público.

Pupitre, es un dispositivo multifuncional, encargado de gestionar la venta, recarga y validación de títulos de transporte (cobros manuales), que cuenta con un procesador que permite gestionar operaciones de

The project intends to implement the operating system of the Pupitre onboard device. It is a ticketing equipment which acts as an interface between the driver, the Control Centre, the Operation Assistance System (SAE) – Nauta and with onboard equipment such as the contactless validator, installed in a public transport unit.

Pupitre, is a multifunctional device, responsible for managing the sale, recharge and validation of transport tickets (manual charges), which has a processor that enables the management of sales, recharge and validation operations in a short time and efficiently, in addition to the configuration and data compilation from external validators.



venta, recarga y validaciones en un tiempo reducido y de forma eficiente, además de configurar y recopilar datos de las validadoras externas.

Cuenta con funciones adicionales que le permite mostrar información al conductor del autobús. Pueden por medio de este sistema fijar turnos, contar con información de origen y destino, líneas de recorrido, paradas, emergencias, estado de la unidad, protocolos de seguridad, entre otros datos técnicos disponibles a bordo de la unidad y posteriormente transmitirlas vía *Ethernet* al Nauta, quien a su vez trasmisitirá a un Centro de Control encargado.

Para la implementación del sistema de funcionamiento de Pupitre, se ha desarrollado un *software* en C++, que convierte a este dispositivo en una herramienta fundamental para la integración de tarifas e intermodal; permite operaciones de actualización de datos (tarifas, políticas y títulos, entre otros), y la incorporación de nuevas funcionalidades. De manera opcional, Pupitre cuenta acceso a un módulo de GPS de funcionalidades básicas que le proporciona el SAE-Nauta.

Dentro de los beneficios de este dispositivo, destacan, el uso intuitivo de la consola por medio de una pantalla táctil, y el acceso a datos específicos con respecto al funcionamiento de la unidad, brindando al conductor la posibilidad de conocer el estado de la unidad durante el trayecto de viaje, y notificar al centro de control sobre cualquier contingencia que pudiera ocurrir.

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Transportes.
- **Intervención Ad Maiores:** desarrollo de software y hardware para sistemas de control tipo SCADA.
- **Ubicación:** Madrid, España.
- **Año:** 2019.
- **Tecnologías involucradas:**
 - Qt SDK
- **Programación:**
 - C++
 - SCADA

It has additional functions which enable the display of information to the bus driver. Through this system shifts can be set, having available information on origin and destination, route lines, stops, emergencies, unit status, security protocols, among other technical data available on board the unit, and the subsequent transmission of that information via Ethernet to the Nauta, which in turn will transmit same to a Control Centre in charge.

For the implementation of the Pupitre operating system, a C++ software has been developed, which makes this device a fundamental tool for the integration of rates and intermodal; allowing for data update operations (rates, policies and tickets, among others), and the incorporation of new functionalities. Optionally, Pupitre has access to a GPS module with basic functionalities provided by SAE - Nauta.

From among the advantages of this device, noteworthy are the intuitive use of the console through a touch screen, and access to specific data in relation to the operation of the unit, giving the driver the option of knowing the status of the unit during the journey, and to notify the control centre of any contingency which may occur.

Technical guide:

- **Project type:** Transport.
- **Ad Maiores participation:** development of software and hardware for SCADA-type control systems.
- **Location:** Madrid, Spain.
- **Year:** 2019.
- **Relevant technology:**
 - Qt SDK
- **Programming:**
 - C++
 - SCADA

5.25 Web SAE: unidad embarcada Nauta *OAS Website: Nauta embarked unit*

El proyecto tiene como objetivo el desarrollo y la implementación del *Web Service*, del nuevo Sistema de Ayuda a la Explotación (SAE), de la unidad embarcada Nauta, equipo embarcado que se utiliza para el control y la localización de buses.

Nauta, gestiona las comunicaciones inalámbricas con toda la flota de vehículos, recoge datos y permite enviar mensajes regulatorios al conductor con el fin de mantener la seguridad en su recorrido. Por su parte el operador del SAE trabaja desde una centralita, desde donde vigila todo el tema referente a las rutas.

El SAE gestiona los datos y los envía a una *Web Service* con diversos módulos de interacción con el Nauta: seguimiento (por medio del GPS incorporados), comunicación (mediante Módems incorporados GPRS/3G-4G-5G/Wifi), información al viajero (mediante la conexión con los paneles interiores de información al viajero), videovigilancia embarcada

The project is intended to develop and implement the Web Service, the new Operating Assistance System (OAS), of the Nauta onboard unit, onboard equipment used for the control and location of buses.

Nauta manages wireless communications with the entire fleet of vehicles, compiles data and enables regulatory messages to be sent to the driver in order to maintain safety on the road. In turn, the OAS operator works from a switchboard, from where he/she monitors all route related matters.

The OAS manages the data and sends same to a Web Service with various interaction modules with the Nauta: tracking (by means of the built-in GPS), communication (by means of GPRS/3G-4G-5G/Wi-Fi built-in modems), information to the passenger (through the connection to the interior passenger information panels), onboard video



(mediante el sistema de grabación y almacenamiento, que se conecta con las cámaras a bordo), e integración (mediante conexión con diferentes equipos a bordo como *ticketing*, bus can y conteo de pasajeros y señales a bordo). El nuevo SAE, se circunscribe únicamente al control de buses y se compone por una arquitectura de microservicios específicos que realizan una sola tarea; asimismo, estos microservicios al comunicarse entre sí realizan tareas en conjunto.

Dentro de la *Web Service* encontramos un mapa en el que podemos acceder a la geolocalización de cada uno de los vehículos, y un despliegue de su estado (posición, temperatura, velocidad, uso de combustible, etc.) y trayecto (horarios, rutas, cumplimiento y control de recorrido, etc.), además de registrar incidencias.

Para el desarrollo del servidor y *back end* de la *Web Service*, se utiliza la tecnología Spring Boot, herramienta que tiene como finalidad simplificar el desarrollo de aplicaciones basadas en *framework* Spring Core. Es un marco de código abierto basado en Java que crea un *micro service* (permite desarrollar e implementar servicios de forma independiente); por medio de este, se puede configurar, resolver dependencias, desplegar, aporta métricas sobre la aplicación y su funcionamiento y es extensible al desarrollo de complementos.

Con respecto al *front* (cliente) que puede visualizar el operador se utiliza la tecnología de Angular, *framework* JavaScript, creado por Google y destinado a facilitar la creación de aplicaciones web modernas de tipo SPA (*Single Page Application*).

Ficha técnica:

- **Tipo de proyecto:** Transportes.
- **Intervención Ad Maiorem:** desarrollo de software y hardware para sistemas de control tipo SCADA.
- **Ubicación:** Madrid, España.
- **Año:** 2019.
- **Tecnologías involucradas:**
 - Angular
 - Apache ActiveMQ Artemis / Cassandra / Maven
 - Docker
 - Kubernetes
 - Nginx
 - OpenJDK / OpenShift
 - PostgreSQL
 - PrimeNG
 - Redis
 - Spring Boot
 - Tomcat
- **Programación:**
 - Java

surveillance (through the recording and storage system, which is connected to the onboard cameras), and integration (through connection with different onboard equipment such as ticketing, can bus and passenger counting and onboard signals). The new OAS is limited only to bus control and consists of a specific microservices architecture which perform a single task; likewise, when communicating inter se, these microservices perform tasks together.

There is a map within the Web Service wherein the geolocation of each of the vehicles, and a display of their status (position, temperature, speed, fuel use etc.) and route (schedules, routes, compliance and route control etc.) can be assessed, in addition to registering incidents.

For the development of the server and back end of the Web Service, the Spring Boot technology is used, a tool which is intended to simplify the development of applications based on the Spring Core framework. It is an open source framework based on Java which creates a micro service (enabling the development and implementation of services separately); by means of which, the configuration, resolution of dependencies, deployment, provision of metrics on the application and its operation can be undertaken and is extensible to the development of plug-ins.

As regard the front (client), which can be displayed by the operator, Angular technology, a JavaScript framework, created by Google and designed to facilitate the creation of modern SPA applications (Single Page Application) is used.

Technical guide:

- **Project type:** Transport.
- **Ad Maiorem participation:** development of software and hardware for SCADA-type control systems.
- **Location:** Madrid, Spain.
- **Year:** 2019.
- **Relevant technology:**
 - Angular
 - Apache ActiveMQ Artemis / Cassandra / Maven
 - Docker
 - Kubernetes
 - Nginx
 - OpenJDK / OpenShift
 - PostgreSQL
 - PrimeNG
 - Redis
 - Spring Boot
 - Tomcat
- **Programming:**
 - Java

6. Nuestros clientes *Our clients*

ALSTOM

ARSAT

 **CAF**
Signalling

CAF

 **esa**

 **gmv**
INNOVATING SOLUTIONS

HITACHI
Inspire the Next

 **Indra**

INVAP

 **Luis Simões**

 **SCHALTBAU**
SEPSA

 **SEDECAL**



Somos el socio estratégico ideal para empresas dinámicas y competitivas interesadas en el desarrollo y la innovación tecnológica.
We are the ideal strategic partner for dynamic and competitive companies interested in technological development and innovation.

7. Resultados 2019

Results 2019

Pese a que en 2019 se registró, a nivel mundial, un bajo crecimiento económico (PIB +1,2% frente a 2018), la economía europea creció por séptimo año consecutivo. Los sectores Aeroespacial y Defensa, claves para el desarrollo tecnológico europeo en el mercado global, incrementaron sus ganancias durante este pasado ejercicio. Asimismo, el sector Ferroviario europeo, también registro un crecimiento, avalado por una coyuntura en la que la automatización y la digitalización juegan un rol fundamental en las actividades de las empresas vinculadas a este rubro.

Esta tendencia de crecimiento ha tenido un impacto positivo en los actores de la industria con los que Ad Maiores mantiene relaciones comerciales, confirmando nuestro crecimiento, económico, financiero y orgánico.

Despite low global economic growth in 2019 (GDP + 1.2% versus 2018), the European economy grew for the seventh consecutive year. The Aerospace and Defense sectors, one of the European Union's key high-tech sectors on the global market, increased their profits this year. Likewise, the European Railway sector also registered growth, backed by a situation in which automation and digitization play a fundamental role in the activities of companies related to this area.

This growth trend has had a positive impact on the industry players with whom Ad Maiores maintains business relationships, enabling our economic, financial and organic growth.

FACTURACIÓN

TURNOVER

€ 3.886m

+73.6% vs 2018

En 2019, la facturación creció en € 1,648 millones de euros (+73,6% frente al año fiscal 2018), pasando de € 2,238 a € 3,886 millones. Este aumento se debió en parte al desarrollo de las actividades comerciales de Ad Maiores (+44% de crecimiento orgánico).

In 2019, the turnover grew by € 1.648 million (+73.6% vs FY2018), rising from € 2.238 to € 3.886 million. This increase was partly due to the development of Ad Maiores's business activities (+44% organic growth).



El 57% de la facturación proviene de los sectores Aeroespacial y Defensa (37% y 20% respectivamente), subiendo 8 puntos básicos frente al año 2018. El sector Ferroviario representa el 41% de la facturación. El 2% restante se relaciona con otros sectores (Telecomunicaciones principalmente).

57% of the turnover relates to the Aerospace and Defence sector (37% and 20% respectively), up 8 basis points over the period. The Railway sector represents 41% of turnover. The remaining 2% relates to other sectors (mainly the Telecommunications).

BENEFICIO OPERATIVO***EBIT*****€ 0.662m****+116.8% vs 2018****17% margen EBIT****+3.4bps vs 2018**

El beneficio operativo, uno de los principales indicadores para medir el rendimiento operativo corporativo (definido como la diferencia entre los ingresos y los gastos operativos netos), aumentó € 0,357 millones en 2019 (+116,8% en comparación con 2018), pasando de € 0,305 a € 0,662 millones. El margen de beneficio operativo¹ subió 3,4 puntos base, pasando de 13,6% a 17,0% durante este período.

EBIT (Earnings Before Interests & Taxes), one of the main indicators for measuring corporate operating performance (defined by subtracting the cost of goods sold and operating expenses from total revenues), was up €0.357 million in 2019 (+116.8% versus 2018), rising from €0.305 to €0.662 million. The EBIT margin¹ was up 3.4 basis points, rising from 13.6% to 17.0% over the period.

¹ Beneficio operativo / Facturación x 100%
EBIT / Turnover x 100%

INGRESOS NETOS***NET INCOME*****€ 0.486m****+62.3% vs 2018**

El ingreso neto aumentó € 0,186 millones en 2019 (+62,3% vs FY2018), pasando de € 0,299 a € 0,486 millones.

En 2019, Ad Maiores presenta una mejora en la posición financiera neta² (+1,8%) y logra un sólido ratio de solvencia³ (78%), lo que confirma que la compañía es financieramente sólida y disfruta de una excelente posición de solvencia a largo plazo.

The net income was up € 0.186 million in 2019 (+62.3% versus FY2018), rising from € 0.299 to € 0.486 million.

In 2019, Ad Maiores shows an improvement in the Net Financial Position² (+1.8%) and achieves a strong equity ratio³ (78%), confirming that the Company is financially strong and enjoys a great long-term position of solvency.

² PFN = Activos financieros (corrientes y no corrientes) + Efectivo y otros activos líquidos equivalentes- Pasivos financieros (corrientes y no corrientes)

NFP = Financial Assets (Current & Non-Current) + Cash & Cash Equivalents - Financial Liabilities (Current & Non-Current)

³ Ratio de solvencia = Patrimonio / Activos totales
Equity Ratio = Equity / Total Assets

Balance - Activo <i>Balance Sheet - Assets</i>			
	Euros	2019	2018
ACTIVO NO CORRIENTE <i>NON-CURRENT ASSETS</i>		85.452	68.128
Inmovilizado intangible <i>Intangible assets</i>		360	12.223
Inmovilizado material <i>Tangible assets</i>		45.320	50.646
Inversiones financieras a largo plazo <i>Long-term financial assets</i>		39.773	5.260
ACTIVO CORRIENTE <i>CURRENT ASSETS</i>		2.759.624	1.974.397
Deudores comerciales y otras cuentas a cobrar <i>Trade receivables and related accounts</i>		1.512.705	850.717
Inversiones financieras a corto plazo <i>Current financial assets</i>		1.064.314	1.000.285
Efectivo y otros activos líquidos equivalentes <i>Cash & cash equivalents</i>		182.605	123.396
TOTAL ACTIVO <i>TOTAL ASSETS</i>		2.845.076	2.042.525
Balance - Patrimonio neto y pasivo <i>Balance Sheet - Equity and Liabilities</i>			
PATRIMONIO NETO (fondos propios) <i>EQUITY</i>		2.227.177	1.740.898
Capital <i>Capital</i>		3.006	3.006
Reservas <i>Reserves</i>		1.737.892	1.438.328
Resultado del ejercicio <i>Net income for the year</i>		486.279	299.564
PASIVO NO CORRIENTE <i>NON-CURRENT LIABILITIES</i>		154.119	16.487
Deudas a largo plazo <i>Long-term debt</i>		154.119	16.487
PASIVO CORRIENTE <i>CURRENT LIABILITIES</i>		463.780	285.141
Acreedores comerciales y otras cuentas a pagar <i>Trade payables and related accounts</i>		463.780	285.141
TOTAL PATRIMONIO NETO Y PASIVO <i>TOTAL EQUITY AND LIABILITIES</i>		2.845.076	2.042.525

Cuenta de pérdidas y ganancias
Income statement

	Euros	2019	2018
Importe neto cifra de negocios <i>Revenues</i>	3.886.737	2.238.907	
Otros ingresos de explotación <i>Other operating income</i>	70.587	127.430	
Gastos de personal <i>Salaries & Payroll taxes</i>	-2.719.790	-1.753.387	
Aprovisionamientos <i>Other purchases and external expenses</i>	-202.555	-210	
Otros gastos de explotación <i>Other operating expense</i>	-347.159	-283.016	
Amortización del inmovilizado <i>Depreciation</i>	-25.736	-24.377	
RESULTADO EXPLOTACIÓN <i>OPERATING PROFIT (EBIT)</i>	662.084	305.347	
Ingresos financieros <i>Financial income</i>	4.401	94.616	
Gastos financieros <i>Financial expenses</i>	-824	-544	
Diferencias de cambio <i>Gain/Loss on exchange</i>	1.985	0	
Deterioro y resultado por enajenaciones del inmovilizado <i>Impairment and results on disposals of financial instruments</i>	-19.274	0	
RESULTADO FINANCIERO <i>FINANCIAL INCOME</i>	-13.713	94.072	
RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS <i>PROFIT BEFORE TAXES (EBT)</i>	648.372	399.419	
Impuestos sobre beneficios <i>Income taxes</i>	-162.093	-99.855	
RESULTADO DEL EJERCICIO <i>NET INCOME</i>	486.279	299.564	

¡Tu puerta hacia el futuro!
Your gate to the future!



<https://www.admaiorem.com>

Consultoría:

Ayudamos a nuestros clientes en la toma de decisiones estratégicas y operativas a través de nuestros servicios y soluciones "llave en mano", aportando nuestra experiencia en innovación tecnológica.

Tecnología:

El enfoque flexible y la adaptabilidad de nuestro equipo de ingenieros nos permite gestionar proyectos personalizados de acuerdo con las necesidades tecnológicas de nuestros clientes.

Gestión de Proyectos:

Brindamos el soporte operativo y la metodología necesaria para planificar y guiar los diversos procesos que intervienen a lo largo del ciclo de vida de nuestros proyectos.

Sorpote de Ingeniería:

Nos enfocamos en diseñar y desarrollar productos y soluciones personalizadas para una amplia cartera de clientes y sectores a nivel internacional.

Formación:

Brindamos actualizaciones continuas para reforzar los procesos de diseño y desarrollo de proyectos en diversos sectores con alta demanda operativa.

Consultancy:

We help our clients in strategic and operational decision-making through our "turnkey" services and solutions, contributing our experience in technological innovation.

Technology:

The flexible approach and adaptability of our team of engineers allows us to manage personalized projects according to the technological needs of our clients.

Project management:

We provide the operational support and the necessary methodology to plan and guide the various processes that intervene throughout the life cycle of our projects.

Engineering Support:

We focus on designing and developing customized products and solutions for a wide portfolio of clients and sectors at an international level.

Training:

We provide continuous updating to reinforce the design and development processes of projects in various sectors with high operational demand.



Ad Maiorem Consulting

Consultora de servicios de innovación tecnológica.
© Copyright 2020. Todos los derechos reservados.

La información contenida en el presente documento es de carácter informativo sobre las actividades de la compañía en el ejercicio 2019. Contiene aspectos generales y no expresa voluntad alguna de facilitar datos concretos de terceros. No podemos garantizar que los datos provistos estén actualizados en un futuro cercano. En este sentido, de existir la voluntad de utilizarlos, se recomienda tomar el contenido como referencia y realizar su verificación oportuna. Para tales efectos, nos ponemos a su disposición.

*Innovation and technology consulting services.
© Copyright 2020. All rights reserved.*

The information found in this document has solely informative character about activities of the company in the fiscal year of 2019. Its contents are of general nature and do not intend to facilitate any concrete data of the third party. We cannot guarantee that the provided data will be up-to-date in the near future. For this reason, if the data found in this document is to be used, may it be done as reference only, in need of verification. In that case we are at your disposal.

ADMAIOREM

+34 911 28 30 10
Ronda de Poniente 2, ED. 2, PL. 2, OF. F, Tres Cantos 28760, Madrid, España.

+39 02 3046 2500
Via Libero Temolo 4, PL. 4, 20126, Milán, Italia.

+31 204 91 91 91
Kingsfordweg 151, 1043 GR, Amsterdam, Países Bajos.

info@admaiores.com

<https://www.admaiores.com>

