

# Máster Título Propio

## Sistemas Ferroviarios





**tech** universidad  
tecnológica

## Máster Título Propio Sistemas Ferroviarios

- » Modalidad: online
- » Duración: 12 meses
- » Titulación: TECH Universidad Tecnológica
- » Horario: a tu ritmo
- » Exámenes: online

Acceso web: [www.techtute.com/ingenieria/master/master-sistemas-ferroviarios](http://www.techtute.com/ingenieria/master/master-sistemas-ferroviarios)

# Índice

01

Presentación

---

*pág. 4*

02

Objetivos

---

*pág. 8*

03

Competencias

---

*pág. 14*

04

Dirección de Curso

---

*pág. 18*

05

Estructura y contenido

---

*pág. 24*

06

Metodología

---

*pág. 34*

07

Titulación

---

*pág. 42*

# 01

# Presentación

El Sistema Ferroviario ha experimentado muchos cambios en los últimos años, siendo un avance notable por la apuesta de los gobiernos estatales de un gran número de países para la extensión y modernización. Debido a los nuevos servicios de viajeros de alta velocidad, la descongestión de las ciudades mediante nuevos Sistemas Ferroviarios urbanos y el necesario trasvase de mercancías desde otros modos de transporte hacia el tren, se está planteando una evolución permanente de este sistema. A todo ello se une su condición de ser el modo más sostenible desde un punto de vista medioambiental, característica de extraordinaria importancia en este momento. Esto hace fundamental el contar con profesionales especializados en esta área, por lo que el programa en Sistemas Ferroviarios está enfocado para que el alumno sea capaz de iniciarse de una manera especial en las nuevas tecnologías que impactan en este campo en crecimiento.





“

*Analiza los nuevos requerimientos y los avances del Sistema Ferroviario desde una perspectiva dinámica y avalada por la extensa experiencia de un excelente cuadro docente”*

El ferrocarril no nace de una idea espontánea, sino luego de un prolongado proceso que se inició en el siglo XVII para mejorar el transporte del carbón. En aquellos tiempos, las vías estaban construidas por unos largueros de madera que se apoyaban y clavaban sobre unas traviesas. Con el paso del tiempo, este sistema ha ido evolucionando y recibiendo mayor apoyo por parte de los gobiernos estatales. Esto ha favorecido su camino a convertirse en un medio de transporte sostenible desde un punto de vista medio ambiental, algo muy demandado en el sector actual. De esta forma, se vuelve un requisito fundamental que los ingenieros en esta área continúen sus estudios académicos y se especialicen en un campo con una gran proyección internacional.

Este Máster Título Propio profundiza en la ingeniería y la explotación del ferrocarril desde una perspectiva técnica y operativa tradicional, pero teniendo en cuenta el contexto internacional actual, que establece nuevos requerimientos específicos a los profesionales de este sector. Se incide de manera especial en las nuevas tendencias y tecnologías a las que el ferrocarril se encamina con el objetivo de incrementar su eficiencia técnica y su servicio a la sociedad. Del mismo modo, se plantea el análisis de los nuevos requerimientos en materia de seguridad y que están condicionando el diseño y las operaciones de los Sistemas Ferroviarios de una manera sustancial.

Se ha planteado un programa aplicable en todos los ámbitos geográficos del ferrocarril, con clara faceta internacional. En todo caso, se han tenido en cuenta aspectos específicos de redes, proyectos y servicios ferroviarios que representan una referencia destacable en el ámbito ferroviario y por tanto de gran interés para el alumno. La planeación del Máster Título Propio se ha planteado de una forma práctica, de manera que los contenidos puedan ser aplicados directamente en los distintos ámbitos profesionales del ferrocarril.

Las nuevas tecnologías tienen un papel destacable en este programa. El sector ferroviario demanda profesionales que, ya teniendo competencia técnica en los aspectos tradicionales del sector, estén familiarizados y conozcan los nuevos retos a los que se está enfrentando el ferrocarril. Por esto, éste programa incorpora módulos específicos en la investigación, desarrollo e innovación del sector y en la transformación digital que está experimentando, piezas clave en la nueva estrategia a seguir.

Este **Máster Título Propio en Sistemas Ferroviarios** contiene el programa educativo más completo y actualizado del mercado. Las características más destacadas de la capacitación son:

- ◆ Disponer de mayores competencias profesionales en el ámbito ferroviario
- ◆ Actualizar y enfocar en estos términos las estrategias de sus compañías
- ◆ Demandar nuevos requerimientos en los procesos de adquisición de tecnología
- ◆ Incluir valor añadido a los proyectos técnicos a desarrollar por sus empresas y organizaciones
- ◆ Los contenidos gráficos, esquemáticos y eminentemente prácticos con los que están concebidos recogen una información científica y práctica sobre aquellas disciplinas indispensables para el ejercicio profesional
- ◆ Los ejercicios prácticos donde realizar el proceso de autoevaluación para mejorar el aprendizaje
- ◆ Su especial hincapié en metodologías innovadoras
- ◆ Las lecciones teóricas, preguntas al experto, foros de discusión de temas controvertidos y trabajos de reflexión individual
- ◆ La disponibilidad de acceso a los contenidos desde cualquier dispositivo fijo o portátil con conexión a internet



*Con un contenido gráfico y práctico, este Máster Título Propio pone a disposición de los estudiantes todos los conocimientos que necesita en su jornada laboral diaria”*

“

*Cuenta con un programa aplicable en todos los ámbitos geográficos del ferrocarril y, por tanto, con una clara proyección internacional”*

El programa incluye, en su cuadro docente, a profesionales del sector que vierten en esta capacitación la experiencia de su trabajo, además de reconocidos especialistas de sociedades de referencia y universidades de prestigio.

Su contenido multimedia, elaborado con la última tecnología educativa, permitirá al profesional un aprendizaje situado y contextual, es decir, un entorno simulado que proporcionará una capacitación inmersiva programada para entrenarse ante situaciones reales.

El diseño de este programa se centra en el Aprendizaje Basado en Problemas, mediante el cual el profesional deberá tratar de resolver las distintas situaciones de práctica profesional que se le planteen a lo largo del curso académico. Para ello, el profesional contará con la ayuda de un novedoso sistema de vídeos interactivos realizados por reconocidos expertos.

*Conviértete en un profesional en el sector ferroviario cumpliendo con las competencias técnicas en los aspectos tradicionales del sector.*

*Aplica los nuevos conceptos de diseño seguro y las modificaciones en el Sistema Ferroviario en servicio a tu campo profesional.*



# 02

# Objetivos

Para adquirir las competencias que el alumno necesita para actualizarse en este sector, se ha diseñado un programa que profundiza en los aspectos claves de los Sistemas Ferroviarios. El conocimiento vertido en el desarrollo de los puntos del plan de estudios impulsará al profesional desde una perspectiva global, con plena capacitación para la consecución de los objetivos propuestos. Desarrollará sus facultades persiguiendo un objetivo eminentemente tecnológico, disponiendo de un conocimiento actualizado en las tendencias ferroviarias.





“

*Implanta nuevas estrategias para gestionar las necesidades de la modernización tecnológica del Sistema Ferroviario, cumpliendo con una serie de objetivos que impulsaran tu carrera profesional”*



## Objetivos generales

---

- ◆ Profundizar en los diferentes conceptos técnicos del ferrocarril en sus distintos ámbitos
- ◆ Conocer los avances tecnológicos que el sector ferroviario está experimentando principalmente debido a la nueva revolución digital, es la base de este aprendizaje, pero sin olvidar los planteamientos tradicionales en los que se basa este modo de transporte
- ◆ Conocer los cambios en el sector que ha desencadenado la demanda de nuevos requerimientos técnicos
- ◆ Implantar estrategias basadas en los cambios tecnológicos que han surgido en el sector
- ◆ Actualizar los conocimientos en todos los aspectos y tendencias ferroviarios





## Objetivos específicos

---

### Módulo 1. El ferrocarril y su ingeniería en el contexto actual

- ♦ Analizar la posición del ferrocarril respecto al resto de modos de transporte, identificando sus principales ventajas y los ámbitos de mejora
- ♦ Profundizar en las estructuras y organizaciones actuales en las que se asienta el sector ferroviario (reguladores, gestores ferroviarios, industria, instituciones, agrupaciones, etc.)
- ♦ Analizar las distintas regulaciones y normativas en las que actualmente se basa la actividad del sector ferroviario
- ♦ Tratar en detalle las principales tendencias tecnológicas que el sector está experimentando en el momento actual
- ♦ Ahondar en las características de los distintos sistemas de operación ferroviarios, los principales ámbitos técnicos en la infraestructura y en el material rodante
- ♦ Establecer las interacciones técnicas entre la infraestructura y el material rodante, así como los criterios y condicionantes técnicos existentes para el diseño de los Sistemas Ferroviarios
- ♦ Explicar diferentes referencias a nivel mundial en materia de redes ferroviarias, infraestructuras y proyectos técnicos con alto impacto en el sector

### Módulo 2. La energía eléctrica de tracción

- ♦ Hacer un análisis exhaustivo de los principales aspectos técnicos de la energía eléctrica de tracción en el ferrocarril, destacando los hitos más importantes y su situación en el momento actual
- ♦ Detallar las características técnicas de las instalaciones asociadas a la energía eléctrica de tracción en función de los distintos Sistemas Ferroviarios
- ♦ Profundizar sobre aspectos específicos relacionados con el frenado eléctrico que equipan los trenes y su importancia estratégica a nivel de la infraestructura ferroviaria

- ♦ Establecer las características técnicas de los distintos componentes que integran el sistema eléctrico ferroviario, incluyendo un análisis detallado de éste
- ♦ Abordar las particularidades de la electrificación en corriente continua y en corriente alterna monofásica, enfatizando sus ventajas y desventajas operativas
- ♦ Analizar las características que debe reunir el proyecto de ingeniería asociado a las instalaciones de energía eléctrica de tracción
- ♦ Dirigir al alumno a la aplicación práctica de los contenidos expuestos

### Módulo 3. El control, mando y señalización (CMS)

- ♦ Explicar de forma clara y estructurada los principales aspectos técnicos de las instalaciones asociadas al control, mando y señalización ferroviaria
- ♦ Detallar las características técnicas de los distintos componentes que integran el sistema CMS
- ♦ Desglosar en profundidad las características específicas de los sistemas de señalización ERTMS y CBTC, como sistemas estandarizados más novedosos en el contexto actual
- ♦ Tratar en detalle las características técnicas de las instalaciones de CMS en función de los distintos Sistemas Ferroviarios
- ♦ Analizar las características que debe reunir el proyecto de ingeniería asociado a las instalaciones de CMS
- ♦ Dirigir al alumno a la aplicación práctica de los contenidos expuestos

#### Módulo 4. Las telecomunicaciones

- ◆ Identificar los principales aspectos técnicos de las telecomunicaciones ferroviarias en el momento actual
- ◆ Detallar las características técnicas de los distintos componentes que integran las telecomunicaciones fijas ferroviarias
- ◆ Ahondar en las características técnicas de los distintos componentes que integran las telecomunicaciones móviles ferroviarias, incluyendo la migración futura al estándar FRMCS
- ◆ Reflexionar sobre cómo las telecomunicaciones en el ferrocarril se enfocan actualmente a un negocio comercial en el que terceras partes emplean la propia infraestructura del ferrocarril
- ◆ Analizar las características que debe reunir el proyecto de ingeniería asociado a las instalaciones de telecomunicaciones
- ◆ Dirigir al alumno a la aplicación práctica de los contenidos expuestos

#### Módulo 5. La infraestructura civil

- ◆ Profundizar en la interacción del vehículo con la infraestructura civil, analizando en detalle los fenómenos dinámicos que se producen, con el objetivo de determinar los parámetros de diseño de la plataforma y del resto de componentes
- ◆ Detallar las características técnicas de los distintos componentes que integran el subsistema de infraestructura como es la plataforma, los túneles, los puentes y los viaductos
- ◆ Tratar detalladamente las características de la vía como principal componente de la infraestructura civil. Teniendo en cuenta su tipología tradicional como en placa, se analizarán a su vez los distintos elementos que lo componen
- ◆ Establecer las características de los aparatos de vía destacando los desvíos, las travesías y los aparatos de dilatación, así como otros elementos auxiliares asociados a la operación de la vía

- ◆ Abordar las características técnicas de la infraestructura civil en función de los distintos Sistemas Ferroviarios
- ◆ Integrar el concepto de resiliencia de la infraestructura frente a eventos externos, analizando su importancia actual en la estrategia de las empresas gestoras de infraestructura ferroviaria
- ◆ Dirigir al alumno a la aplicación práctica de los contenidos expuestos

#### Módulo 6. El material rodante

- ◆ Tratar en profundidad los principales aspectos técnicos de los vehículos ferroviarios
- ◆ Explicar de forma clara y estructurada las características técnicas de los distintos componentes que integran el material rodante ferroviario
- ◆ Detallar las características técnicas de la dinámica ferroviaria desde un punto de vista del material rodante
- ◆ Analizar los aspectos que rigen el mantenimiento de los vehículos ferroviarios
- ◆ Dirigir al alumno a la aplicación práctica de los contenidos expuestos

#### Módulo 7. Los riesgos y la seguridad

- ◆ Hacer reflexionar al alumno sobre la importancia que este aspecto tiene actualmente en la ingeniería y operación ferroviaria
- ◆ Dominar las distintas normativas que regulan la aplicación de este tipo de procesos sobre los diferentes sistemas y subsistemas ferroviarios que precisan de un cambio que puede tener consecuencias para la seguridad
- ◆ Detallar los distintos agentes que están involucrados en el proceso de gestión del riesgo y la seguridad
- ◆ Profundizar en las distintas etapas que deben seguirse para aplicar el proceso sobre el diseño de un sistema o en el caso de realizar una modificación cuando ya se encuentra en servicio
- ◆ Aplicar de una manera práctica los conceptos aprendidos en casos reales

**Módulo 8. La operación**

- ♦ Establecer los principales aspectos técnicos de las actividades de la operación ferroviaria en el momento actual
- ♦ Detallar los principales factores que afectan a la regulación del tráfico ferroviario, incluyendo los análisis de capacidad correspondientes
- ♦ Analizar las particularidades del transporte ferroviario de viajeros y de mercancías
- ♦ Abordar los criterios económicos que rigen actualmente la gestión de las compañías ferroviarias, tanto en lo relativo a las empresas gestoras de infraestructura como a las empresas de transporte ferroviario
- ♦ Hacer reflexionar al alumno sobre la importancia que tiene el consumo de energía en el sector ferroviario y cómo las medidas de eficiencia energética son necesarias incorporarlas en la estrategia empresarial, al tiempo que se analizará cada una estas medidas
- ♦ Detallar cómo deben ser gestionadas las distintas incidencias operativas en el servicio a través de planes, recursos y centros de decisión
- ♦ Analizar el ámbito de la seguridad y protección civil en el sector ferroviario, detallando los distintos planes, recursos y centros de decisión

**Módulo 9. La Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)**

- ♦ Hacer reflexionar al alumno sobre la importancia de desarrollar una estrategia empresarial basada en la investigación, desarrollo e innovación en materia de tecnología ferroviaria, identificando los nuevos retos tecnológicos planteados
- ♦ Analizar la situación actual respecto a los programas de investigación, desarrollo e innovación, así como las distintas políticas y estrategias en materia de impulso y financiación
- ♦ Pondremos especial énfasis en las distintas fases y etapas de las que debe constar el proceso de investigación, desarrollo e innovación, incluyendo la gestión de los resultados finales obtenidos

- ♦ Detallar, para cada ámbito técnico analizado, las particularidades en materia de investigación, desarrollo e innovación, destacando las principales líneas de trabajo, iniciativas asociadas y grupos de trabajo existentes
- ♦ Abordar los Sistemas Ferroviarios más disruptivos, esto es, aquellos que no emplean las técnicas tradicionales para su operación como es el caso de los sistemas de levitación magnética y aquellos basados en el nuevo concepto *Hyperloop*

**Módulo 10. La revolución digital en el ferrocarril**

- ♦ Reflexionar sobre la evolución tecnológica del ferrocarril, incluyendo la nueva revolución digital que actualmente está experimentando
- ♦ Analizar las distintas tecnologías digitales aplicables al sector ferroviario, detallando específicamente las más estratégicas
- ♦ Dominar la aplicación de las nuevas tecnologías digitales en distintas áreas del ferrocarril, identificando las mejoras asociadas: energía de tracción, estaciones de viajeros, logística ferroviaria, mantenimiento y gestión de tráfico
- ♦ Reflexionar sobre la importancia de la ciberseguridad en el sector ferroviario
- ♦ Analizar los programas y estrategias de digitalización en distintos ferrocarriles mundiales



*Con una metodología basada en casos prácticos, cumple los objetivos que te ayudaran a crecer en un sector altamente demandado a nivel global"*

# 03

# Competencias

Este Máster Título Propio cumple con la estructura ideada de manera que el profesional al que va dirigido sea capaz de identificar y resolver los problemas relacionados con el Sistema Ferroviario, siguiendo una metodología única y el con el soporte de los expertos que lo han desarrollado. TECH garantiza al alumnado un contenido de calidad acorde a sus expectativas, otorgándole la oportunidad de destacar en su área laboral. Estará capacitado para desempeñar las diversas funciones que con este Máster Título Propio se relacionan, junto a las propuestas más innovadoras de este campo de actuación, guiándole así hacia la excelencia. Una serie de aspectos que demandan los profesionales del sector y el mundo actual.





“

*Con un criterio específico de capacitación práctica, esta formación te permitirá convertir los aprendizajes en capacidad real de trabajo, de manera casi inmediata”*



## Competencias generales

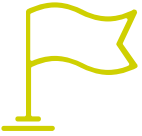
- ◆ Dominar los diferentes conceptos técnicos que se han abordado en el campo ferroviario
- ◆ Aplicar los conocimientos adquiridos en los avances tecnológicos y mejorar su capacidad de resolución de problemas en entornos actuales y globales dentro de contextos más amplios en el sector
- ◆ Saber integrar los conocimientos y conseguir una visión profunda de los distintos planteamientos tradicionales y modernos de la gestión en un sistema ferroviario
- ◆ Comprender e interiorizar los cambios en el sector que ha desencadenado la demanda de nuevos requerimientos técnicos
- ◆ Ser capaz de implementar nuevas estrategias basadas en los avances tecnológicos del sector



*Impulsa tu trayectoria y carrera profesional cumpliendo con las competencias de un Máster Título Propio diseñadas por excelentes expertos en el Sistema Ferroviario”*







## Competencias específicas

---

- ♦ Ser capaz de analizar la posición del ferrocarril con respecto al resto de modos de transporte, profundizando en las estructuras y organizaciones actuales que se asientan en el sector
- ♦ Identificar las distintas regulaciones y normativas actuales en las que se basa la actividad del sector ferroviario
- ♦ Desarrollar un análisis exhaustivo de los principales aspectos técnicos de la energía eléctrica y detallar las características técnicas de las instalaciones eléctricas de tracción
- ♦ Obtener conocimientos sobre las particularidades de la electrificación en corriente continua y alterna, enfatizando sus ventajas y desventajas operativas
- ♦ Desarrollar las habilidades de comunicación necesarias para explicar de forma clara y estructurada los principales aspectos técnicos de las instalaciones asociadas al control, mando y señalización ferroviaria
- ♦ Analizar de manera detallada las características que debe reunir el proyecto de ingeniería asociado a las instalaciones de CMS
- ♦ Dominar la identificación de los principales aspectos técnicos de las comunicaciones ferroviarias en el mundo actual
- ♦ Ser capaz de ahondar en las características técnicas de los distintos componentes que integran las telecomunicaciones móviles ferroviarias, incluyendo la migración futura al estándar FRMCS
- ♦ Generar una reflexión sobre cómo las telecomunicaciones en el ferrocarril se enfocan actualmente a un negocio comercial en el que terceras partes emplean la propia infraestructura del ferrocarril
- ♦ Analizar la interacción del vehículo con la infraestructura civil, teniendo en cuenta los fenómenos dinámicos que se producen, con el objetivo de determinar los parámetros de diseño de la plataforma y del resto de componentes
- ♦ Analizar de forma clara y estructurada las características técnicas de los distintos componentes que integran el material rodante ferroviario
- ♦ Dominar a la perfección las distintas normativas que regulan la aplicación de los procesos ferroviarios sobre los diferentes sistemas y subsistemas que precisan de un cambio para garantizar la seguridad
- ♦ Dimensionar los criterios económicos que rigen actualmente la gestión de las compañías ferroviarias, tanto en lo relativo a las empresas gestoras de infraestructura como a las empresas de transporte ferroviario
- ♦ Comprender la importancia del consumo energético del sector ferroviario y como las distintas medidas adoptadas son necesarias para mejorar la estrategia empresarial
- ♦ Analizar la situación actual respecto a los programas de investigación, desarrollo e innovación, así como las distintas políticas y estrategias en materia de impulso y financiación
- ♦ Conocer y detallar las distintas fases y etapas de las que debe constar el proceso de investigación, desarrollo e innovación, incluyendo la gestión de los resultados finales obtenidos
- ♦ Reflexionar sobre la evolución tecnológica del ferrocarril, incluyendo la nueva revolución digital que actualmente está experimentando
- ♦ Dominar la aplicación de las nuevas tecnologías digitales en distintas áreas del ferrocarril, identificando las mejoras asociadas

04

# Dirección del curso

En su máxima de ofrecer una educación de élite para todos, TECH cuenta con profesionales de renombre para que el alumno adquiera un conocimiento sólido en la especialidad del Sistema Ferroviario. Por ello, el presente Máster Título Propio cuenta con un equipo altamente cualificado y con una dilatada experiencia en el sector, que ofrecerán las mejores herramientas para el alumno en el desarrollo de sus capacidades durante el curso. De esta manera, el alumno cuenta con las garantías que demanda para especializarse a nivel internacional en un sector en auge que le catapultará al éxito profesional.



“

*Continúa tu trayectoria profesional contando con el apoyo de expertos en el campo ferroviario a nivel nacional e internacional”*

## Dirección



### D. Martínez Acevedo, José Conrado

- ♦ Experiencia en el sector público ferroviario, ocupando diversos puestos en actividades de construcción, operación y desarrollo tecnológico de las redes ferroviarias de alta velocidad y convencional españolas
- ♦ Responsable del área de proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación en el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (Adif), empresa estatal adscrita al Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) de España
- ♦ Coordinador de más de 90 proyectos e iniciativas tecnológicas en todas las áreas del ferrocarril
- ♦ Ingeniero Industrial y Másteres en Especialización en Tecnologías Ferroviarias y en Construcción y Mantenimiento de Infraestructuras Ferroviarias
- ♦ Profesor en los másteres de ferrocarriles de la Universidad Pontificia de Comillas (ICA) y de la Universidad de Cantabria
- ♦ Miembro de IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) e integrante del Comité Editorial de Electrification Magazine en la misma institución (revista especializada en la electrificación del transporte)
- ♦ Vocal del grupo de AENOR CTN 166 "Actividades de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (I+D+i)"
- ♦ Representante de Adif en los grupos de trabajo de I+D+i y EGNSS (Galileo) del MITMA
- ♦ Ponente en más de 40 Congresos y Seminarios

## Profesores

### Dr. Martínez Lledó, Mariano

- ♦ Experiencia en el sector público ferroviario, ocupando diversos puestos en actividades, puesta en servicio, operación y desarrollo tecnológico de las redes ferroviarias de alta velocidad y convencional españolas
- ♦ Responsable del departamento de vigilancia tecnológica del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (Adif), empresa estatal adscrita al Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) de España
- ♦ Doctor en Filología Española, especializado en lingüística aplicada (tesis doctoral: La lengua especializada del ferrocarril) y Máster en Dirección Estratégica Internacional. Diversos cursos de especialización en vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva
- ♦ Formador interno en el área de I+D+i ferroviaria (Programa de Formación Integral de Técnicos)
- ♦ Formador internacional en el área de operación, control de tráfico e innovación ferroviaria (Marruecos, México, Francia)
- ♦ Profesor en el Máster en Dirección Estratégica Internacional impartido por Adif, Indra y la Universidad Politécnica de Madrid
- ♦ Ponente en diversos congresos y seminarios con trabajos sobre terminología y lingüística aplicada al ferrocarril

### D. Fernández Gago, Ángel

- ♦ Técnico de Control, Mando y Señalización en el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (Adif), empresa estatal adscrita al Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) de España
- ♦ Director de Proyectos de Control, Mando y Señalización, entre ellos: supresión de bloqueos telefónicos, instalación de bloqueos automáticos banalizados, normalización y modernización de bloqueos y enclavamientos y afecciones al subsistema CMS derivadas de proyectos de infraestructura
- ♦ Responsable de análisis y estudio de sistemas de bloqueo basados en tecnologías alternativas en la Red Convencional de Adif. Caso de estudio, Cáceres-Valencia de Alcántara
- ♦ Ingeniero Industrial y Máster en Ingeniería y Gestión del Transporte Terrestre

### D. García Ruiz, Mariano

- ♦ Jefe de Telecomunicaciones en la Dirección General de Conservación y Mantenimiento en el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (Adif), empresa estatal adscrita al Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) de España
- ♦ Experiencia en el sector ferroviario, habiendo ocupado diversos puestos de responsabilidad en diversos proyectos y obras de construcción de la red de alta velocidad española: Telecomunicaciones Móviles GSM-R en las Líneas de Alta Velocidad Madrid-Lleida, Córdoba-Málaga y Madrid-Valencia-Albacete-Alicante; Tel. Fijas y Móviles GSM-R en las Líneas de Alta Velocidad Madrid-Toledo y Madrid-Segovia-Valladolid
- ♦ Responsable de Mantenimiento y Operación de las instalaciones de Telecomunicaciones Fijas, Móviles GSM-R, Telemando de Energía y Operadores Públicos de Telefonía Móvil de la red de alta velocidad española
- ♦ Ingeniero de Telecomunicación y Máster en Construcción y Mantenimiento en Infraestructuras Ferroviarias

#### D. Morales Arquero, Ramón

- ◆ Actualmente es Gerente de Procesos de la Entidad Encargada de Mantenimiento en la Dirección Técnica y de Operaciones del Área de Negocio de Alta Velocidad de RENFE Viajeros
- ◆ Experiencia en proyectos de subestaciones y líneas eléctricas aéreas de AT y MT en Unión Fenosa Ingeniería
- ◆ Experiencia en el sector público ferroviario, ocupando diversos puestos en actividades de ingeniería de material rodante en el área de adquisición y puesta en servicio de trenes nuevos, innovación y modificación de trenes existentes en la Dirección de Trenes de Cercanías y Media Distancia, así como en el área de mantenimiento y gestión del material rodante de alta velocidad y larga distancia en la Dirección de Operaciones de Alta Velocidad y Larga Distancia de RENFE Viajeros
- ◆ Ingeniero Industrial y Máster MBA en Administración de Empresas. Periodo de docencia del programa de doctorado de Ingeniería Eléctrica por la Universidad Politécnica de Madrid y experto universitario en Tecnología Ferroviaria por la UNED
- ◆ Ponente en más de 15 Congresos y Seminarios

#### D. de Bustos Ferrero, David

- ◆ Experiencia en el sector privado ferroviario. Su carrera profesional se ha desarrollado en los principales fabricantes y tecnólogos ferroviarios, así como empresas de certificación y evaluación de la seguridad
- ◆ Enfocado en la ejecución y gestión de proyectos críticos en seguridad, fundamentalmente material rodante y sistemas de señalización, durante su última etapa se ha centrado en el desarrollo de nuevas tecnologías de propulsión como son el GNL y H2 (Gas Natural Licuado e Hidrogeno)
- ◆ Ingeniero Industrial y Máster MBA. Programa de Dirección General PDG





“

*Completo, actualizado y de alta eficiencia formativa, este Máster Título Propio es la ocasión de dar un salto en tu capacidad laboral y competir entre los mejores del sector”*

# 05

## Estructura y contenido

El temario ha sido diseñado siguiendo los requerimientos del Sistema Ferroviario, cumpliendo con las exigencias propuestas por el equipo docente del Máster Título Propio. De esta forma, se ha establecido un plan de estudios cuyos módulos ofrecen una amplia perspectiva del ferrocarril y su ingeniería en el contexto actual, tratando en detalles las principales propuestas tecnológicas del sector. Todo esto, desde el punto de vista global en aras de su aplicación a nivel internacional, incorporando todos los campos de trabajo que intervienen en el desarrollo del ingeniero en este tipo de ambientes laborales. Desde el módulo uno el alumno verá ampliados sus conocimientos, que le capacitarán para desarrollarse profesionalmente, sabiendo que cuenta, además, con el respaldo de un equipo de expertos.







“

*Cumple con un plan de estudios que propulsará tu carrera a nivel internacional en un campo que crece cada día”*

## Módulo 1. El ferrocarril y su ingeniería en el contexto actual

- 1.1. El ferrocarril en el transporte
  - 1.1.1. Su posición y competencia con otros modos
  - 1.1.2. Análisis sectorial
  - 1.1.3. La financiación
  - 1.1.4. Lenguaje de especialidad y terminología ferroviaria
- 1.2. Organización
  - 1.2.1. Los órganos reguladores y supervisores
  - 1.2.2. La industria
  - 1.2.3. Los administradores de infraestructura
  - 1.2.4. Las compañías de transporte ferroviario
  - 1.2.5. Instituciones y asociaciones
- 1.3. Regulación, legislación y normativa
  - 1.3.1. Marco y regulación legal
  - 1.3.2. La liberalización del transporte ferroviario
  - 1.3.3. Normativa técnica
- 1.4. Nuevas tendencias y estrategias
  - 1.4.1. La interoperabilidad de los distintos sistemas tecnológicos
  - 1.4.2. Hacia la digitalización: el Ferrocarril 4.0
  - 1.4.3. Un nuevo modelo de servicio a la sociedad
- 1.5. Descripción de los servicios ferroviarios
  - 1.5.1. Los servicios urbanos
  - 1.5.2. Los servicios de media y larga distancia
  - 1.5.3. Los servicios de alta velocidad
  - 1.5.4. Los servicios de mercancías
- 1.6. Clasificación y principales sistemas de la infraestructura
  - 1.6.1. La energía eléctrica de tracción
  - 1.6.2. El control, mando y señalización
  - 1.6.3. Las telecomunicaciones
  - 1.6.4. La infraestructura civil

- 1.7. Clasificación y principales sistemas del material rodante
  - 1.7.1. Principales tipos
  - 1.7.2. La tracción
  - 1.7.3. El frenado
  - 1.7.4. El control, mando y señalización
  - 1.7.5. La rodadura
- 1.8. La interacción entre el vehículo y la infraestructura
  - 1.8.1. Las distintas interacciones
  - 1.8.2. La compatibilidad técnica del vehículo con la infraestructura
  - 1.8.3. El problema del ancho de vía y sus principales soluciones
- 1.9. Criterios y condicionantes técnicos del ferrocarril
  - 1.9.1. La velocidad máxima de circulación
  - 1.9.2. La tipología del material rodante
  - 1.9.3. La capacidad de transporte
  - 1.9.4. La interrelación entre los distintos subsistemas
- 1.10. Casos de referencia a nivel mundial
  - 1.10.1. Redes y servicios ferroviarios
  - 1.10.2. Infraestructuras en construcción y en servicio
  - 1.10.3. Proyectos tecnológicos

## Módulo 2. La energía eléctrica de tracción

- 2.1. La energía eléctrica y el ferrocarril
  - 2.1.1. El semiconductor de potencia
  - 2.1.2. La tensión y corriente eléctrica en el ferrocarril
  - 2.1.3. Evaluación general de la electrificación ferroviaria en el mundo
- 2.2. Relación entre los servicios ferroviarios y la electrificación
  - 2.2.1. Los servicios urbanos
  - 2.2.2. Los servicios interurbanos
  - 2.2.3. Los servicios de alta velocidad
- 2.3. La electrificación y el frenado del tren
  - 2.3.1. Prestaciones del freno eléctrico a nivel de la tracción
  - 2.3.2. Prestaciones del freno eléctrico a nivel de la infraestructura
  - 2.3.3. Influencia general del freno eléctrico de recuperación

- 2.4. El sistema eléctrico ferroviario
  - 2.4.1. Elementos constitutivos
  - 2.4.2. El entorno eléctrico
  - 2.4.3. El TPS (*Traction Power System*)
- 2.5. El TPS (*Traction Power System*)
  - 2.5.1. Componentes
  - 2.5.2. Tipos de TPS en función de la frecuencia eléctrica de funcionamiento
  - 2.5.3. SCADA de control
- 2.6. La Subestación Eléctrica de Tracción (SET)
  - 2.6.1. Función
  - 2.6.2. Tipos
  - 2.6.3. Arquitectura y componentes
  - 2.6.4. Conexiones eléctricas
- 2.7. La Línea de Transmisión (LT)
  - 2.7.1. Función
  - 2.7.2. Tipos
  - 2.7.3. Arquitectura y componentes
  - 2.7.4. La captación de la energía eléctrica por el tren
  - 2.7.5. La línea aérea elástica de transmisión (Catenaria)
  - 2.7.6. La línea aérea rígida de transmisión
- 2.8. El sistema eléctrico ferroviario de corriente continua
  - 2.8.1. Particularidades específicas
  - 2.8.2. Parámetros técnicos
  - 2.8.3. Explotación
- 2.9. El sistema eléctrico ferroviario de corriente alterna monofásica
  - 2.9.1. Particularidades específicas
  - 2.9.2. Parámetros técnicos
  - 2.9.3. Perturbaciones producidas y principales soluciones
  - 2.9.4. Explotación
- 2.10. Proyecto de ingeniería
  - 2.10.1. Normativa
  - 2.10.2. Índice del proyecto
  - 2.10.3. Planificación, ejecución y puesta en servicio

### Módulo 3. El Control, Mando y Señalización (CMS)

- 3.1. El CMS y el ferrocarril
  - 3.1.1. Evolución
  - 3.1.2. La seguridad ferroviaria
  - 3.1.3. La importancia de la RAMS
  - 3.1.4. Interoperabilidad ferroviaria
  - 3.1.5. Componentes del subsistema CMS
- 3.2. El enclavamiento
  - 3.2.1. Evolución
  - 3.2.2. Principio de funcionamiento
  - 3.2.3. Tipos
  - 3.2.4. Otros elementos
  - 3.2.5. El programa de explotación
  - 3.2.6. Desarrollos futuros
- 3.3. El bloqueo
  - 3.3.1. Evolución
  - 3.3.2. Tipos
  - 3.3.3. La capacidad de transporte y el bloqueo
  - 3.3.4. Criterios de diseño
  - 3.3.5. Comunicación del bloqueo
  - 3.3.6. Aplicaciones específicas
- 3.4. La detección del tren
  - 3.4.1. Circuitos de vía
  - 3.4.2. Contadores de ejes
  - 3.4.3. Criterios de diseño
  - 3.4.4. Otras tecnologías
- 3.5. Los elementos de campo
  - 3.5.1. Aparatos de vía
  - 3.5.2. Las señales
  - 3.5.3. Sistemas de protección de pasos a nivel
  - 3.5.4. Los detectores de apoyo a la explotación

- 3.6. Sistemas de protección del tren
  - 3.6.1. Evolución
  - 3.6.2. Tipos
  - 3.6.3. Sistemas embarcados
  - 3.6.4. ATP
  - 3.6.5. ATO
  - 3.6.6. Criterios de diseño
  - 3.6.7. Desarrollos futuros
- 3.7. El sistema ERTMS
  - 3.7.1. Evolución
  - 3.7.2. Normativa
  - 3.7.3. Arquitectura y componentes
  - 3.7.4. Niveles
  - 3.7.5. Modos de operación
  - 3.7.6. Criterios de diseño
- 3.8. El sistema CBTC
  - 3.8.1. Evolución
  - 3.8.2. Normativa
  - 3.8.3. Arquitectura y componentes
  - 3.8.4. Modos de operación
  - 3.8.5. Criterios de diseño
- 3.9. Relación entre los servicios ferroviarios y el CMS
  - 3.9.1. Los servicios urbanos
  - 3.9.2. Los servicios interurbanos
  - 3.9.3. Los servicios de alta velocidad
- 3.10. Proyectos de ingeniería
  - 3.10.1. Normativa
  - 3.10.2. Índice del proyecto
  - 3.10.3. Planificación, ejecución y puesta en servicio

## Módulo 4. Las telecomunicaciones

- 4.1. Telecomunicaciones ferroviarias
  - 4.1.1. Seguridad y disponibilidad de los sistemas de telecomunicaciones
  - 4.1.2. Clasificación de los sistemas de telecomunicaciones ferroviarios
  - 4.1.3. Convergencia a redes IP
- 4.2. Medios de transmisión
  - 4.2.1. Cables de cobre
  - 4.2.2. Radio enlaces
  - 4.2.3. Fibra óptica
- 4.3. Redes de transporte y acceso
  - 4.3.1. La transmisión digital
  - 4.3.2. Sistemas PDH
  - 4.3.3. Sistemas SDH
  - 4.3.4. Evolución de los sistemas
- 4.4. Redes de conmutación de voz
  - 4.4.1. Telefonía de explotación tradicional
  - 4.4.2. Telefonía conmutada
  - 4.4.3. Voz sobre IP
  - 4.4.4. Arquitectura red de voz
  - 4.4.5. Plan de numeración
- 4.5. Redes de datos IP
  - 4.5.1. Fundamentos. Modelo OSI
  - 4.5.2. Redes de conmutación de paquetes
  - 4.5.3. Redes de área local Ethernet
  - 4.5.4. Redes IP/MPLS
- 4.6. Comunicaciones móviles
  - 4.6.1. Fundamentos de comunicaciones móviles
  - 4.6.2. Tren-tierra analógico
  - 4.6.3. Sistemas Wi-Fi
  - 4.6.4. Sistemas TETRA

- 4.7. Comunicaciones móviles GSM-R
  - 4.7.1. Características específicas GSM-R vs. GSM (2G)
  - 4.7.2. Arquitectura
  - 4.7.3. Gestión de llamadas
  - 4.7.4. Diseño de red de alta disponibilidad
  - 4.7.5. ERTMS L2: GSM-R + ETCS L2
  - 4.7.6. Evolución GSM-R al 5G (FRMCS)
- 4.8. Operación y supervisión de las redes de telecomunicación
  - 4.8.1. Modelo ISO TMNS
  - 4.8.2. Protocolos estándar y gestores propietarios
  - 4.8.3. Sistemas de gestión centralizada
  - 4.8.4. Provisión de servicios
- 4.9. Servicios y clientes de telecomunicación en el entorno ferroviario
  - 4.9.1. Servicios y clientes ferroviarios
  - 4.9.2. Telecomunicaciones fijas
  - 4.9.3. Telecomunicaciones móviles
  - 4.9.4. Proyecto de ingeniería
  - 4.9.5. Normativa
  - 4.9.6. Índice del proyecto
  - 4.9.7. Planificación, ejecución y puesta en servicio

## Módulo 5. La Infraestructura civil

- 5.1. Aproximación a las características de la infraestructura civil del ferrocarril
  - 5.1.1. Interacción de la infraestructura con el vehículo
  - 5.1.2. Dinámica general del ferrocarril
  - 5.1.3. Parámetros de diseño de la infraestructura
- 5.2. La plataforma ferroviaria
  - 5.2.1. Constitución de la plataforma
  - 5.2.2. Tipología
  - 5.2.3. Capas de asiento ferroviarias
- 5.3. Puentes
  - 5.3.1. Tipología
  - 5.3.2. Características técnicas
  - 5.3.3. Interacción con el vehículo
- 5.4. Túneles
  - 5.4.1. Tipología
  - 5.4.2. Características técnicas
  - 5.4.3. Interacción con el vehículo
  - 5.4.4. Particularidades en el ámbito aerodinámico
  - 5.4.5. Particularidades en el ámbito de la seguridad y protección civil
- 5.5. La vía en balasto
  - 5.5.1. Tipología
  - 5.5.2. El carril de rodadura
  - 5.5.3. Otros componentes
  - 5.5.4. Fenómeno de *flying-ballast*
- 5.6. La vía en placa
  - 5.6.1. Tipología
  - 5.6.2. Componentes
  - 5.6.3. Transición vía en placa a vía en balasto
- 5.7. Los aparatos de vía
  - 5.7.1. Tipología
  - 5.7.2. Desvíos y travesías
  - 5.7.3. Equipos de dilatación
- 5.8. Otros elementos auxiliares
  - 5.8.1. Toperas y zonas de frenado
  - 5.8.2. Barreras multifunción
  - 5.8.3. Cambiadores de ancho
  - 5.8.4. Básculas
- 5.9. Relación entre los servicios ferroviarios y la infraestructura civil
  - 5.9.1. Los servicios urbanos
  - 5.9.2. Los servicios interurbanos
  - 5.9.3. Los servicios de alta velocidad
- 5.10. Resiliencia de la infraestructura frente a eventos extremos
  - 5.10.1. Eventos climáticos
  - 5.10.2. Deslizamientos
  - 5.10.3. Terremotos

## Módulo 6. El material rodante

- 6.1. Vehículos ferroviarios
  - 6.1.1. Evolución
  - 6.1.2. Clasificación
  - 6.1.3. Partes funcionales
  - 6.1.4. Normativa y procesos de homologación
- 6.2. Interacción rueda-carril
  - 6.2.1. Ruedas y ejes montados
  - 6.2.2. Bogies y rodales
  - 6.2.3. Guiado de rueda
  - 6.2.4. Basculación
  - 6.2.5. Sistemas de ancho variable
- 6.3. Dinámica ferroviaria
  - 6.3.1. Ecuaciones del movimiento
  - 6.3.2. Curvas de tracción
  - 6.3.3. Adherencia
  - 6.3.4. Suspensión
  - 6.3.5. Aerodinámica en trenes de alta velocidad
- 6.4. Caja, cabina, puertas, WC e interiorismo
  - 6.4.1. Caja
  - 6.4.2. Cabina de conducción
  - 6.4.3. Puertas, WC e interiorismo
- 6.5. Circuitos eléctricos de AT y BT
  - 6.5.1. Pantógrafo
  - 6.5.2. Aparata de AT y Transformador
  - 6.5.3. Arquitectura circuitos AT
  - 6.5.4. Convertidor de SSAA y baterías
  - 6.5.5. Arquitectura circuitos BT
- 6.6. Tracción eléctrica
  - 6.6.1. Cadena de tracción
  - 6.6.2. Motores eléctricos de tracción
  - 6.6.3. Convertidores estáticos
  - 6.6.4. Filtro AT

- 6.7. Tracción diésel, tracción diésel-eléctrica y tracción híbrida
  - 6.7.1. Tracción diésel
  - 6.7.2. Tracción diésel-eléctrica
  - 6.7.3. Tracción híbrida
- 6.8. Sistema de freno
  - 6.8.1. Freno automático de servicio
  - 6.8.2. Freno eléctrico
  - 6.8.3. Freno de estacionamiento
  - 6.8.4. Freno de auxilio
- 6.9. Sistemas de señalización, sistemas de comunicaciones y sistemas de mando y diagnosis
  - 6.9.1. Sistemas ATP - ERTMS/ETCS
  - 6.9.2. Sistemas de comunicaciones Tren Tierra - GSM-R
  - 6.9.3. Sistemas de mando y diagnosis - Red TCN
- 6.10. Mantenimiento de vehículos ferroviarios
  - 6.10.1. Instalaciones para el mantenimiento de vehículos ferroviarios
  - 6.10.2. Intervenciones de mantenimiento
  - 6.10.3. Entidades encargadas de mantenimiento

## Módulo 7. Los riesgos y la seguridad

- 7.1. Marco legislativo
  - 7.1.1. Directivas de seguridad e interoperabilidad
  - 7.1.2. Método común de evaluación del riesgo
  - 7.1.3. Proceso de autorización y entrada en servicio comercial
- 7.2. Ciclo de vida de los proyectos ferroviarios
  - 7.2.1. Fases del ciclo de vida
  - 7.2.2. Actividades de seguridad
  - 7.2.3. Actividades RAM – fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad
- 7.3. Gestión de la seguridad – RAMS
  - 7.3.1. Gestión de la seguridad
  - 7.3.2. Seguridad funcional
  - 7.3.3. Gestión de la calidad

- 7.4. Gestión de amenazas
  - 7.4.1. Identificación y análisis de amenazas
  - 7.4.2. Clasificación de amenazas y asignación del riesgo
  - 7.4.3. Criterios de aceptación del riesgo
- 7.5. Seguridad funcional
  - 7.5.1. Funciones de seguridad
  - 7.5.2. Requisitos de seguridad
  - 7.5.3. Nivel de integridad de la seguridad – SIL
- 7.6. Indicadores RAM
  - 7.6.1. Fiabilidad
  - 7.6.2. Disponibilidad
  - 7.6.3. Mantenibilidad
- 7.7. Proceso de verificación y validación
  - 7.7.1. Metodologías V&V
  - 7.7.2. Verificación del diseño
  - 7.7.3. Inspecciones y pruebas
- 7.8. *Safety Case*
  - 7.8.1. Estructura del *Safety Case*
  - 7.8.2. Evidencias de seguridad
  - 7.8.3. *Safety Case* relacionados y condiciones de aplicación
- 7.9. Gestión RAMS – operación y mantenimiento
  - 7.9.1. Indicadores operativos RAMS
  - 7.9.2. Gestión de modificaciones
  - 7.9.3. Expediente de modificación
- 7.10. Proceso de certificación y evaluación independiente
  - 7.10.1. Evaluación independiente de seguridad – ISA & ASBO
  - 7.10.2. Evaluación de la conformidad – NOBO & DEBO
  - 7.10.3. Autorización de puesta en servicio

## Módulo 8. La operación

- 8.1. La operación ferroviaria
  - 8.1.1. Funciones consideradas en el ámbito de la operación ferroviaria
  - 8.1.2. Demanda del transporte de viajeros
  - 8.1.3. Demanda del transporte de mercancías
- 8.2. La regulación del tráfico
  - 8.2.1. Principios de la regulación del tráfico ferroviario
  - 8.2.2. Los reglamentos de circulación
  - 8.2.3. Cálculo de marchas
  - 8.2.4. El centro de control de tráfico
- 8.3. La capacidad
  - 8.3.1. Análisis de capacidad de las líneas
  - 8.3.2. Asignación de capacidad
  - 8.3.3. La declaración de la red
- 8.4. Los servicios de viajeros
  - 8.4.1. La planificación de los servicios
  - 8.4.2. Identificación de restricciones y limitaciones en la operación
  - 8.4.3. La estación de viajeros
- 8.5. Los servicios de mercancías
  - 8.5.1. La planificación de los servicios
  - 8.5.2. Identificación de restricciones y limitaciones en la operación
  - 8.5.3. La terminal de mercancías
  - 8.5.4. Particularidad de la operación de mercancías en líneas de alta velocidad
- 8.6. La economía del Sistema Ferroviario
  - 8.6.1. La economía del ferrocarril en el contexto actual
  - 8.6.2. Economía del gestor de infraestructuras
  - 8.6.3. Economía de la operación de servicios
- 8.7. La operación ferroviaria desde el punto de vista del consumo de energía
  - 8.7.1. El consumo de energía y emisiones asociadas al transporte por ferrocarril
  - 8.7.2. La gestión de la energía en las compañías ferroviarias
  - 8.7.3. El consumo energético en líneas de alta velocidad

- 8.8. La eficiencia energética
  - 8.8.1. Estrategias para reducir el consumo de energía eléctrica de tracción
  - 8.8.2. Diseño eficiente de la infraestructura
  - 8.8.3. Aprovechamiento de la energía eléctrica regenerada en la tracción
  - 8.8.4. Conducción eficiente
- 8.9. Gestión de incidencias
  - 8.9.1. Plan de contingencias
  - 8.9.2. El centro de control de incidencias
  - 8.9.3. Análisis específico sobre fenómenos meteorológicos
- 8.10. Seguridad y protección civil
  - 8.10.1. Planes de autoprotección
  - 8.10.2. Instalaciones específicas en este ámbito
  - 8.10.3. El centro de control de seguridad

## Módulo 9. La Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)

- 9.1. Contexto actual del I+D+i en el ferrocarril
  - 9.1.1. La financiación y fiscalidad de la innovación
  - 9.1.2. El impulso europeo
  - 9.1.3. Los programas de investigación europeos Shift2Rail y ERJU
  - 9.1.4. Situación y perspectivas en otros países y regiones del mundo
- 9.2. Las fases del proceso de I+D+i
  - 9.2.1. Modelos de innovación
  - 9.2.2. El proyecto de I+D+i
  - 9.2.3. La inteligencia tecnológica
  - 9.2.4. La estrategia de I+D+i
  - 9.2.5. Las instalaciones de ensayo
- 9.3. Los retos tecnológicos del ferrocarril
  - 9.3.1. Los retos tradicionales y futuros
  - 9.3.2. La interoperabilidad ferroviaria en términos de I+D+i
  - 9.3.3. La revolución digital en el sector ferroviario
- 9.4. La I+D+i en el campo de la energía eléctrica de tracción
  - 9.4.1. Líneas de I+D+i en curso y previstas
  - 9.4.2. Iniciativas tecnológicas a destacar
  - 9.4.3. Principales grupos de investigación en la materia

- 9.5. La I+D+i en el campo del CMS
  - 9.5.1. Líneas de I+D+i en curso y previstas
  - 9.5.2. Iniciativas tecnológicas a destacar
  - 9.5.3. Principales grupos de investigación en la materia
- 9.6. La I+D+i en el campo de las telecomunicaciones
  - 9.6.1. Líneas de I+D+i en curso y previstas
  - 9.6.2. Iniciativas tecnológicas a destacar
  - 9.6.3. Principales grupos de investigación en la materia
- 9.7. La I+D+i en el campo de la infraestructura civil
  - 9.7.1. Líneas de I+D+i en curso y previstas
  - 9.7.2. Iniciativas tecnológicas a destacar
  - 9.7.3. Principales grupos de investigación en la materia
- 9.8. La I+D+i en el campo del material rodante
  - 9.8.1. Líneas de I+D+i en curso y previstas
  - 9.8.2. Iniciativas tecnológicas a destacar
  - 9.8.3. Principales grupos de investigación en la materia
- 9.9. Resultados del proceso de I+D+i
  - 9.9.1. La protección de resultados
  - 9.9.2. La transferencia de la tecnología
  - 9.9.3. La implantación en el servicio
- 9.10. Los nuevos sistemas ferroviarios
  - 9.10.1. Situación y perspectivas
  - 9.10.2. La tecnología de levitación magnética
  - 9.10.3. El nuevo concepto *Hyperloop*



**Módulo 10. La nueva revolución digital en el ferrocarril**

- 10.1. La cuarta revolución del ferrocarril
  - 10.1.1. Evolución tecnológica
  - 10.1.2. Tecnologías digitales aplicadas al ferrocarril
  - 10.1.3. Campos de aplicación en el contexto actual
- 10.2. Análisis de tecnologías clave
  - 10.2.1. *Big Data*
  - 10.2.2. *Cloud Computing*
  - 10.2.3. Inteligencia artificial
  - 10.2.4. IoT y nueva sensorización
  - 10.2.5. DAS
- 10.3. Aplicación a la red eléctrica ferroviaria
  - 10.3.1. Objetivo
  - 10.3.2. Funcionalidad
  - 10.3.3. Implementación
- 10.4. Aplicación al mantenimiento
  - 10.4.1. Objetivo
  - 10.4.2. Funcionalidad
  - 10.4.3. Implementación
- 10.5. Aplicación a la estación de viajeros
  - 10.5.1. Objetivo
  - 10.5.2. Funcionalidad
  - 10.5.3. Implementación
- 10.6. Aplicación a la gestión logística ferroviaria
  - 10.6.1. Objetivo
  - 10.6.2. Funcionalidad
  - 10.6.3. Implementación
- 10.7. Aplicación a la gestión del tráfico ferroviario
  - 10.7.1. Objetivo
  - 10.7.2. Funcionalidad
  - 10.7.3. Implementación
- 10.8. Ciberseguridad en el ferrocarril
  - 10.8.1. Objetivo
  - 10.8.2. Funcionalidad
  - 10.8.3. Implementación
- 10.9. Experiencia de usuario
  - 10.9.1. Objetivo
  - 10.9.2. Funcionalidad
  - 10.9.3. Implementación
- 10.10. Estrategias de digitalización en algunos ferrocarriles
  - 10.10.1. Ferrocarriles alemanes
  - 10.10.2. Ferrocarriles franceses
  - 10.10.3. Ferrocarriles japoneses
  - 10.10.4. Otros ferrocarriles



*Un programa diseñado por expertos con una amplia experiencia te ayudará a alcanzar tus objetivos profesionales en el sector de Sistemas Ferroviarios”*

06

# Metodología

Este programa de capacitación ofrece una forma diferente de aprender. Nuestra metodología se desarrolla a través de un modo de aprendizaje de forma cíclica: **el Relearning**.

Este sistema de enseñanza es utilizado, por ejemplo, en las facultades de medicina más prestigiosas del mundo y se ha considerado uno de los más eficaces por publicaciones de gran relevancia como el **New England Journal of Medicine**.





“

*Descubre el Relearning, un sistema que abandona el aprendizaje lineal convencional para llevarte a través de sistemas cíclicos de enseñanza: una forma de aprender que ha demostrado su enorme eficacia, especialmente en las materias que requieren memorización”*

## En TECH empleamos el Método del Caso

Nuestro programa ofrece un método revolucionario de desarrollo de habilidades y conocimientos. Nuestro objetivo es afianzar competencias en un contexto cambiante, competitivo y de alta exigencia.

“

*Con TECH podrás experimentar una forma de aprender que está moviendo los cimientos de las universidades tradicionales de todo el mundo”*



*Somos la primera universidad online en español que combina los case studies de Harvard Business School con un sistema de aprendizaje 100% online basado en la reiteración.*



*El alumno aprenderá, mediante actividades colaborativas y casos reales, la resolución de situaciones complejas en entornos empresariales reales.*

## Un método de aprendizaje innovador y diferente

Este programa intensivo de Ingeniería de TECH Universidad Tecnológica te prepara para afrontar todos los retos en esta área, tanto en el ámbito nacional como internacional. Tenemos el compromiso de favorecer el crecimiento personal y profesional, la mejor forma de caminar hacia el éxito, por eso, en TECH Universidad Tecnológica utilizarás los *case studies* de Harvard, con la cual tenemos un acuerdo estratégico, que nos permite acercar a nuestros alumnos los materiales de la mejor universidad del mundo.

“ *Nuestro programa te prepara para afrontar nuevos retos en entornos inciertos y lograr el éxito en tu carrera* ”

El método del caso ha sido el sistema de aprendizaje más utilizado por las mejores facultades del mundo. Desarrollado en 1912 para que los estudiantes de Derecho no solo aprendiesen las leyes a base de contenidos teóricos, el método del caso consistió en presentarles situaciones complejas reales para que tomaran decisiones y emitieran juicios de valor fundamentados sobre cómo resolverlas. En 1924 se estableció como método estándar de enseñanza en Harvard.

Ante una determinada situación, ¿qué debería hacer un profesional? Esta es la pregunta a la que te enfrentamos en el método del caso, un método de aprendizaje orientado a la acción.

A lo largo del programa, los estudiantes se enfrentarán a múltiples casos reales. Deberán integrar todos sus conocimientos, investigar, argumentar y defender sus ideas y decisiones.

## Relearning Methodology

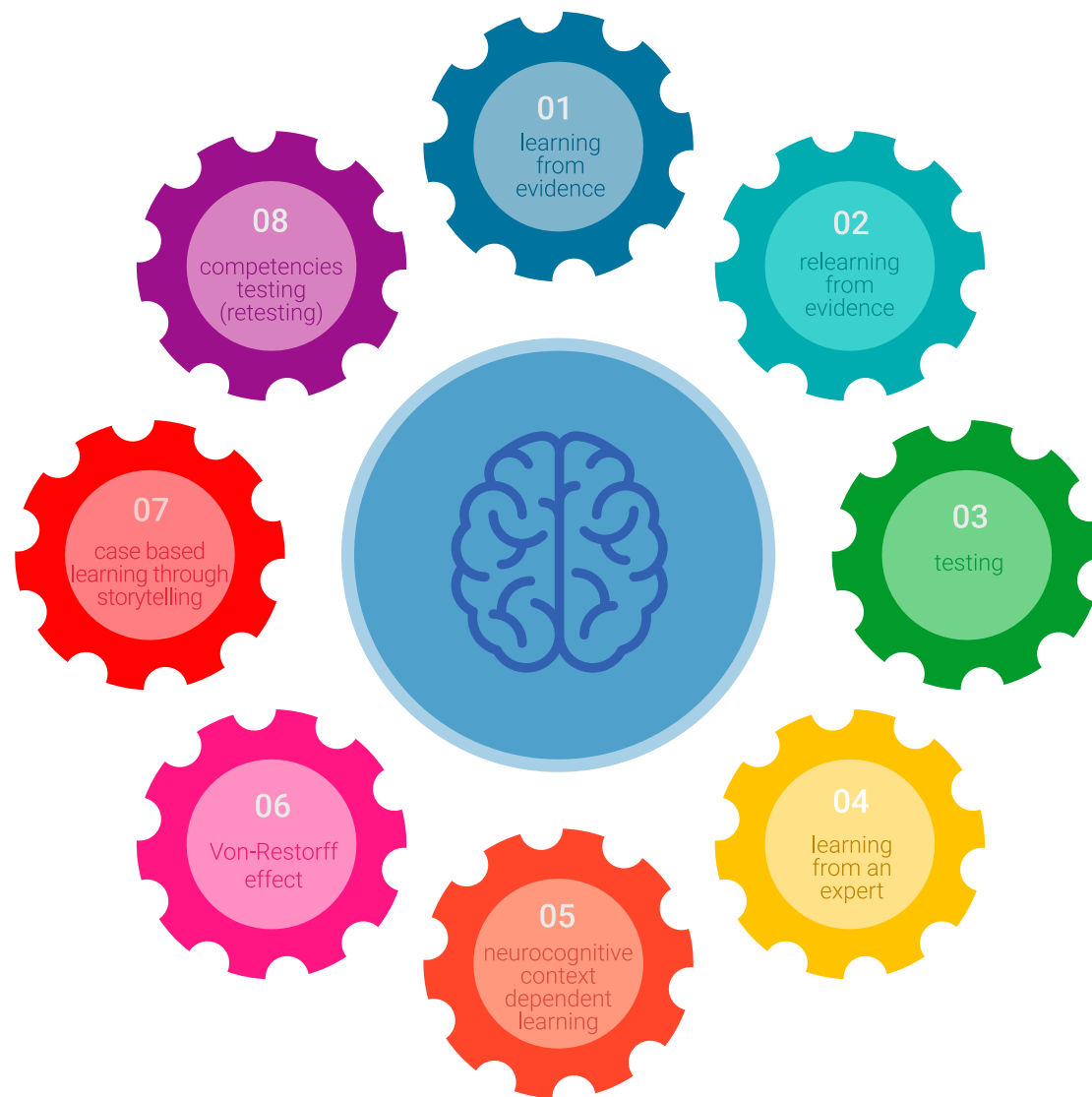
TECH es la primera universidad en el mundo que combina los *case studies* de Harvard University con un sistema de aprendizaje 100% online basado en la reiteración, que combina 8 elementos didácticos diferentes en cada lección.

Potenciamos los *case studies* de Harvard con el mejor método de enseñanza 100% online: el Relearning.

*En 2019 obtuvimos los mejores resultados de aprendizaje de todas las universidades online en español en el mundo.*

En TECH se aprende con una metodología vanguardista concebida para capacitar a los directivos del futuro. Este método, a la vanguardia pedagógica mundial, se denomina Relearning.

Nuestra universidad es la única en habla hispana licenciada para emplear este exitoso método. En 2019, conseguimos mejorar los niveles de satisfacción global de nuestros alumnos (calidad docente, calidad de los materiales, estructura del curso, objetivos...) con respecto a los indicadores de la mejor universidad online en español.



En nuestro programa, el aprendizaje no es un proceso lineal, sino que sucede en espiral (aprender, desaprender, olvidar y reaprender). Por eso, se combinan cada uno de estos elementos de forma concéntrica. Con esta metodología se han capacitado más de 650.000 graduados universitarios con un éxito sin precedentes en ámbitos tan distintos como la bioquímica, la genética, la cirugía, el derecho internacional, las habilidades directivas, las ciencias del deporte, la filosofía, el derecho, la ingeniería, el periodismo, la historia o los mercados e instrumentos financieros. Todo ello en un entorno de alta exigencia, con un alumnado universitario de un perfil socioeconómico alto y una media de edad de 43,5 años.

*El Relearning te permitirá aprender con menos esfuerzo y más rendimiento, implicándote más en tu capacitación, desarrollando el espíritu crítico, la defensa de argumentos y el contraste de opiniones: una ecuación directa al éxito.*

A partir de la última evidencia científica en el ámbito de la neurociencia, no solo sabemos organizar la información, las ideas, las imágenes y los recuerdos, sino que sabemos que el lugar y el contexto donde hemos aprendido algo es fundamental para que seamos capaces de recordarlo y almacenarlo en el hipocampo, para retenerlo en nuestra memoria a largo plazo.

De esta manera, y en lo que se denomina Neurocognitive context-dependent e-learning, los diferentes elementos de nuestro programa están conectados con el contexto donde el participante desarrolla su práctica profesional.



Este programa ofrece los mejores materiales educativos, preparados a conciencia para los profesionales:



#### Material de estudio

Todos los contenidos didácticos son creados por los especialistas que van a impartir el curso, específicamente para él, de manera que el desarrollo didáctico sea realmente específico y concreto.

Estos contenidos son aplicados después al formato audiovisual, para crear el método de trabajo online de TECH. Todo ello, con las técnicas más novedosas que ofrecen piezas de gran calidad en todos y cada uno los materiales que se ponen a disposición del alumno.



#### Clases magistrales

Existe evidencia científica sobre la utilidad de la observación de terceros expertos.

El denominado Learning from an Expert afianza el conocimiento y el recuerdo, y genera seguridad en las futuras decisiones difíciles.



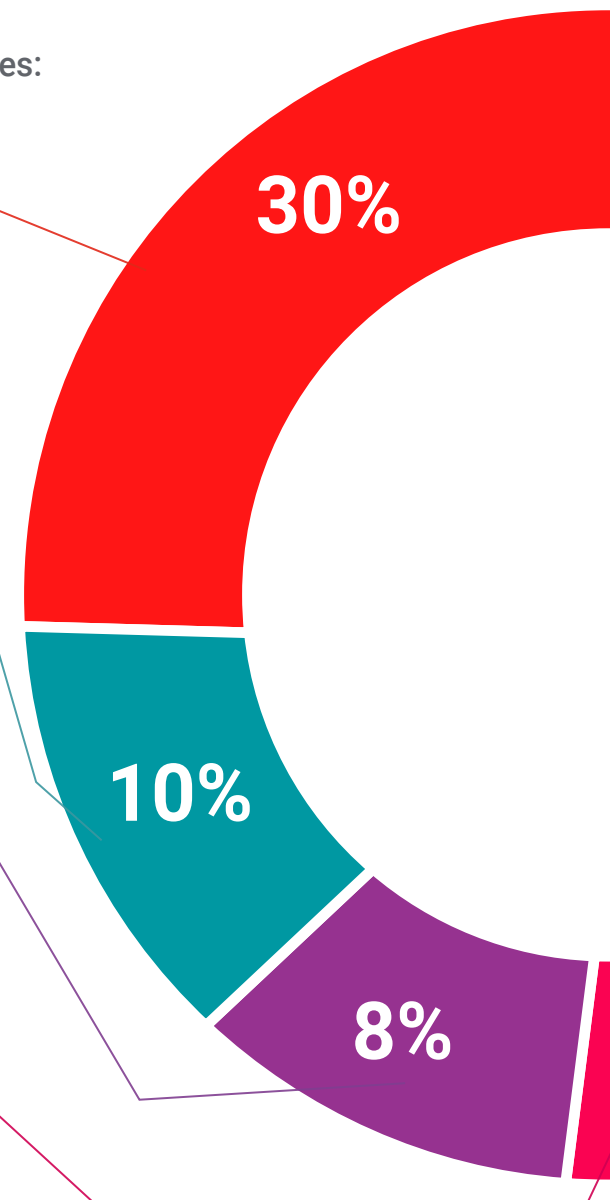
#### Prácticas de habilidades y competencias

Realizarán actividades de desarrollo de competencias y habilidades específicas en cada área temática. Prácticas y dinámicas para adquirir y desarrollar las destrezas y habilidades que un especialista precisa desarrollar en el marco de la globalización que vivimos.

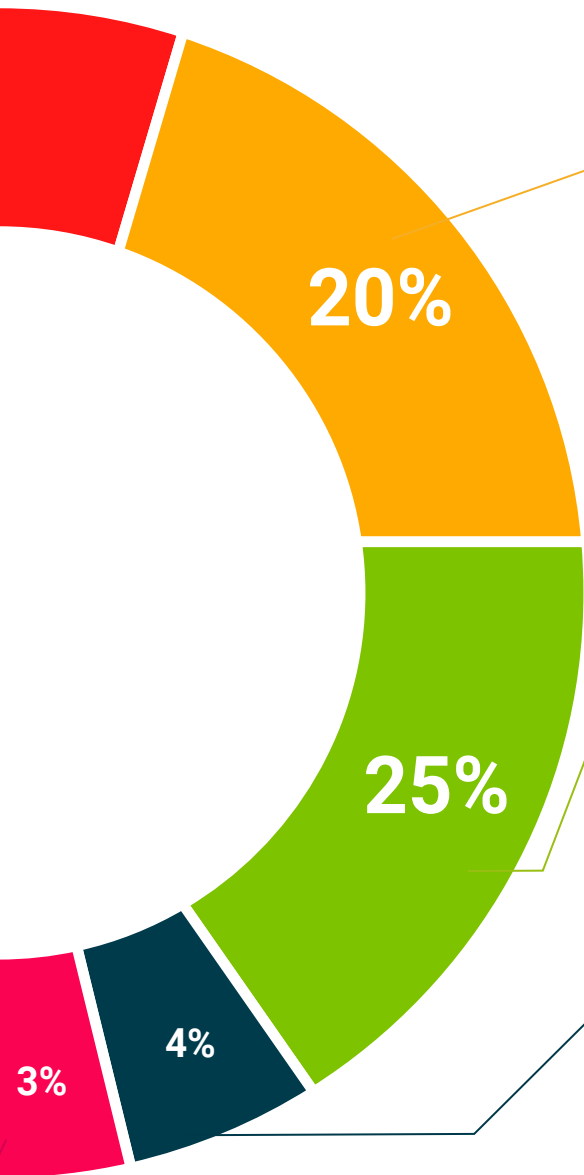


#### Lecturas complementarias

Artículos recientes, documentos de consenso y guías internacionales, entre otros. En la biblioteca virtual de TECH el estudiante tendrá acceso a todo lo que necesita para completar su capacitación.







**Case studies**

Completarán una selección de los mejores cases studies de la materia que se emplean en Harvard. Casos presentados, analizados y tutorizados por los mejores especialistas del panorama internacional.



**Resúmenes interactivos**

El equipo de TECH presenta los contenidos de manera atractiva y dinámica en píldoras multimedia que incluyen audios, vídeos, imágenes, esquemas y mapas conceptuales con el fin de afianzar el conocimiento.

Este exclusivo sistema educativo para la presentación de contenidos multimedia fue premiado por Microsoft como "Caso de éxito en Europa".



**Testing & Retesting**

Se evalúan y reevalúan periódicamente los conocimientos del alumno a lo largo del programa, mediante actividades y ejercicios evaluativos y autoevaluativos para que, de esta manera, el estudiante compruebe cómo va consiguiendo sus metas.



07

# Titulación

El Máster Título Propio en Sistemas Ferroviarios garantiza, además de la capacitación más rigurosa y actualizada, el acceso a un título universitario de Máster Título Propio expedido por TECH Universidad Tecnológica.



“

*Supera con éxito este programa  
y recibe tu titulación universitaria sin  
desplazamientos ni farragosos trámites”*

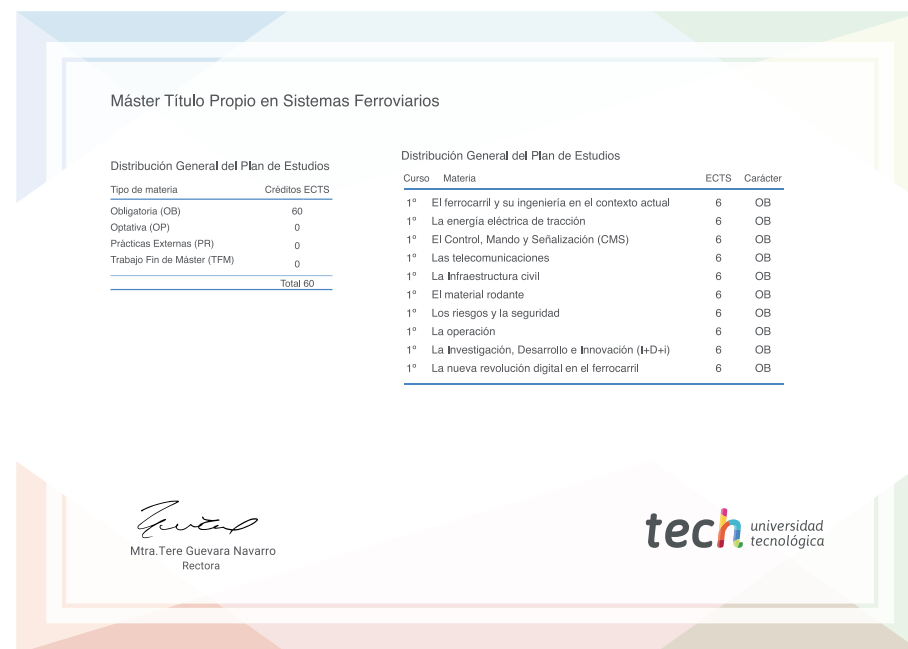
Este **Máster Título Propio en Sistemas Ferroviarios** contiene el programa más completo y actualizado del mercado.

Tras la superación de la evaluación, el alumno recibirá por correo postal\* con acuse de recibo su correspondiente título de **Máster Título Propio** emitido por **TECH Universidad Tecnológica**.

El título expedido por **TECH Universidad Tecnológica** expresará la calificación que haya obtenido en el Máster Título Propio, y reunirá los requisitos comúnmente exigidos por las bolsas de trabajo, oposiciones y comités evaluadores de carreras profesionales.

Título: **Máster Título Propio en Sistemas Ferroviarios**

N.º Horas Oficiales: **1.500 h.**



\*Apostilla de La Haya. En caso de que el alumno solicite que su título en papel recabe la Apostilla de La Haya, TECH EDUCATION realizará las gestiones oportunas para su obtención, con un coste adicional.

salud futuro  
confianza personas  
educación información tutores  
garantía acreditación enseñanza  
instituciones tecnología aprendizaje  
comunidad compromiso  
atención personalizada innovación  
conocimiento presente  
desarrollo web formación  
aula virtual idiomas

**tech** universidad  
tecnológica

## Máster Título Propio Sistemas Ferroviarios

- » Modalidad: online
- » Duración: 12 meses
- » Titulación: TECH Universidad Tecnológica
- » Horario: a tu ritmo
- » Exámenes: online

# Máster Título Propio

## Sistemas Ferroviarios

