

**TÍTULO DEL ARTÍCULO PARA LA
REVISTA SAI**

Utilizar Mayúsculas en cada Palabra en el Caso del Título

Apellido, Nombre¹; Apellido, Nombre²; Apellido, Nombre³

¹Grado académico, Universidad, Institución, Ciudad, País, año

² Grado académico, Universidad, Institución, Ciudad, País, año

³ Grado académico, Universidad, Institución, Ciudad, País, año

Resumen: 200 palabras. Los escritos deben ser preparados por el autor, en español, en formato Microsoft Word, de acuerdo con el formato enviado adjunto. Letra Times New Roman 12, espacio simple, máximo 15 páginas, justificado.

Palabras clave: Incluir una lista de 3 a 5 palabras claves

1 INTRODUCCIÓN

Por favor no cambie los tamaños de fuente o el espaciado de renglones.

Utilice cursiva o negrita para dar énfasis a un texto.

2 DESARROLLO

El nombre y numeración consecutiva de las figuras deben estar centradas debajo de las figuras, los títulos de las tablas deben estar centrados encima de ellas. Mencione las figuras y tablas en el texto antes de estas. Para la mención de figuras, tablas o ecuaciones utilice las palabras completas con la primera letra en mayúscula, por ejemplo "Figura 1". Coloque las unidades entre paréntesis. Por ejemplo, escriba "Temperatura (K)", no "Temperatura K". Si la Figura no es de creación propia por favor hacer la citación de la fuente.

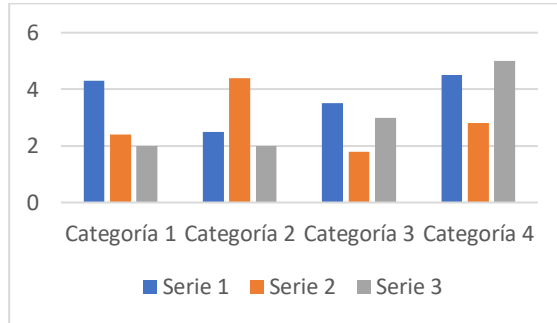


Figura 1. Distribución por categorías
Fuente: Elaboración propia

Por favor, no modificar los márgenes de esta plantilla. Los cuales se especifican en la Tabla 1. Todas las medidas están en **centímetros**.

Tabla 1. Márgenes de página

Página	Superior	Inferior	Izquierda/Derecha
Primera	3,0	2,5	3,0
Resto	3,0	2,5	3,0

Fuente: Elaboración propia

3 CONCLUSIONES

4 REFERENCIAS

Para citar las referencias bibliográficas a lo largo del manuscrito usar paréntesis.

Algunos ejemplos son (Sánchez, 2021) :

Libro

Herrera Cáceres, C. y Rosillo Peña, M. (2019). Confort y eficiencia energética en el diseño de edificaciones. Universidad del Valle.

Revista

Castañeda Naranjo, L. A. y Palacios Neri, J. (2015). Nanotecnología: fuente de nuevos paradigmas. Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria en Nanociencias y Nanotecnología, 7(12), 45–49. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2014.12.49710>

Artículo en un periódico

Carreño, L. (9 de febrero de 2020). La disputa gremial por los aranceles a las prendas de vestir. El Espectador. <https://www.elespectador.com/economia/la-disputa-gremial-por-los-aranceles-las-prendas-de-vestir-articulo-903768>

Tesis o disertaciones

Martínez Ribón, J. G. T. (2011) Propuesta de metodología para la implementación de la filosofía Lean (construcción esbelta) en proyectos de construcción [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <http://bdigital.unal.edu.co/10578/>

Página Web

Sánchez, Carlos. (08 noviembre 2021). Ejemplos de Referencias Bibliográficas APA. Normas APA actualizadas 7ª edición. <https://normas-apa.org/referencias/ejemplos/>

LA IMPORTANCIA DE LA FORMACIÓN ACADÉMICA EN TEMAS FERROVIARIOS EN COLOMBIA

Enrique Posada Restrepo

*Ingeniero mecánico UPB; BS y Máster en ingeniería mecánica, University of Maine, Orono, Maine, EUA
eposadar@yahoo.com*

Resumen: Se presentan las bases para señalar la importancia de contar con un sistema de formación académica profesional y tecnológica en los temas relacionados con el transporte ferroviario en Colombia. El Hub Ferroviario Nacional es una iniciativa que puede contribuir positivamente para impulsar el establecimiento de programas y actividades educativas y de formación, para atender las grandes necesidades que se van a generar con la creciente dinámica del sector ferroviario, cuyos realidades y proyectos se describen sumariamente en este artículo. Se hace un recorrido por algunos de los sistemas educativos en el mundo en este sector y se presentan algunas propuestas para desarrollar estos sistemas en Colombia.

Palabras clave: Ferrocarriles, Colombia, Educación, Programas, Experiencias internacionales, Filosofía educativa, Hub Ferroviario Nacional

1. INTRODUCCIÓN

En Colombia se cuenta con la intención de desarrollar los sistemas ferroviarios. Es así como se han venido estableciendo planes maestros ferroviarios a nivel nacional y a nivel regional, especialmente en el departamento de Antioquia, con la Promotora del Ferrocarril de Antioquia. De alguna manera los distintos proyectos se van a ir materializando en el tiempo, ojalá asignando a los mismos suficiente importancia y prioridad. Para su pleno desarrollo es vital contar con recurso humano debidamente formado en una gran variedad de áreas. La realidad del país es que no se cuenta con suficientes programas u oportunidades educativas en estos campos. Este artículo examina los distintos proyectos ferroviarios que se están planeando en el país y señala los distintos aspectos que deberán ser abordados, desde el punto de vista del conocimiento y la formación académica, para poder respaldar tales desarrollos. Se presentan diversos enfoques que se tienen en varios países sobre esta formación y se hacen varias recomendaciones y propuestas aplicables al país.

2. EL HUB FERROVIARIO NACIONAL

Esta entidad colaborativa ha sido concebida con el objetivo de propender por el desarrollo integral de las empresas y sectores relacionados con el sector ferroviario, buscando que se dé la formación en el sector y se desarrollen los proyectos y la industria ferroviaria y de transporte sostenible en Colombia. Desde la Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos (SAI) y su Comisión de Ferrocarriles y Transporte Sostenible, se presentó desde finales de 2018 e inicios de 2019 la iniciativa que se denominó Constitución de un HUB Ferroviario de Movilidad Sostenible, estrategia que fue muy bien acogida por la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia y su Clúster de Energía Sostenible. Se inició la conformación de la iniciativa por parte de estas entidades como instituciones fundadoras,

junto con el Metro de Medellín y la Promotora del Ferrocarril de Antioquia y se decidió darle un carácter nacional a la constitución de un Hub Ferroviario y de Transporte Sostenible para contribuir a que los sectores académico, técnico, industrial y comercial, puedan responder de manera articulada y efectiva a las necesidades de los importantes proyectos que en la materia están siendo concebidos y desarrollados en Colombia, incluyendo los que están en operación.

Finalmente se conformó el HUB, el cual tuvo su lanzamiento público en la feria FISE (Feria Internacional de la Industria Eléctrica) celebrada en Medellín en abril de 2022. Allí se tuvo un stand donde se mostró información sobre la iniciativa y se celebró una charla - panel especial de lanzamiento. Se estableció un Comité Directivo conformado por representantes de la Promotora del Ferrocarril de Antioquia, el Metro de Medellín, la Cámara de Comercio de Medellín, la Sociedad Antioqueña de ingenieros y Arquitectos, SAI y un grupo de Universidades; FISE y el CIDET.

Se conformaron comisiones de trabajo siguiendo tres líneas estratégicas: Normalización y regulaciones, Tecnologías y proveedores; Académica; Eventos y relacionamiento. Se abrió la participación a diversas empresas y entidades de probado interés en el tema de los ferrocarriles y el transporte sostenible. A la fecha se cuenta con la participación de 60 entidades públicas, empresas, universidades y consultores.

Este artículo ha sido el resultado de algunas actividades desarrolladas por el autor como director del Hub Ferroviario Nacional y de Transporte Sostenible. Se parte del hecho de que se cuenta con la participación de universidades y entidades educativas, además de importantes entidades e instituciones, lo cual se puede considerar como una base para discutir y desarrollar las propuestas educativas que acá se presentan.

3. LOS PROYECTOS FERROVIARIOS NACIONALES

Sin duda debe ser un punto de partida el contar con planes nacionales y regionales de desarrollo ferroviario, lo cuales van a complementar los sistemas ferroviarios ya existentes en el país. Se hace a continuación un repaso de los sistemas y proyectos, siendo evidente que hay suficiente campo de trabajo para una gran cantidad de personas y de saberes y el ello el país es deficitario.

Como primer punto se señala que el Gobierno Nacional cuenta con un marco de política pública que incentiva la reactivación ferroviaria en el país. El Plan Maestro de Transporte Intermodal – PMTI (2015 y 2023), el Plan Maestro Ferroviario (PMF 2020) y el Conpes 4060 establecen los lineamientos para la priorización, reactivación y desarrollo de corredores estratégicos.

En el Plan Maestro Ferroviario – PMF (2020) – Una estrategia para la reactivación y consolidación de la operación ferroviaria en el país, se señala que los proyectos férreos se desglosan en tres grupos. El primero corresponde a los proyectos de escala nacional que buscan la intermodalidad y la competitividad de Colombia. El segundo incluye corredores que permitan aprovechar la ubicación geográfica del país, que al tener costas sobre dos

océanos puede comunicar con los mercados de Europa, Asia y ambas costas de Sur, Centro y Norteamérica. En el último grupo, se incluyen los proyectos del orden regional que estén en etapa de estructuración o en fase de diseño y construcción.

Actualmente el Sistema Férreo Nacional cuenta con una longitud de 3.344 Km de los cuales 1.610 Km se encuentran a cargo de la Agencia Nacional de Infraestructura - ANI, y 1.734 a cargo del Instituto Nacional de Vías – INVIAS. Con parte de esa infraestructura disponible, en 2017 el modo férreo transportó el 19,1% de la carga nacional. En los últimos 10 años (a 2017) ha tenido una participación máxima del 27,6% y un promedio de participación del 23,3%. El crecimiento del transporte de carga movilizadora corresponde al aumento de producción asociada al sector minero energético, concretamente al aumento de la producción y exportación de carbón que se realiza en un corredor férreo concesionado de aproximadamente 192 Km entre La Loma y Ciénaga.

Las anteriores son las consideraciones de la ANI en comunicación sostenida con la Sociedad Colombiana de Ingenieros a fines de 2024. Vale la pena presentar y comentar una serie de infogramas sobre los proyectos y realidades que el país está considerando.

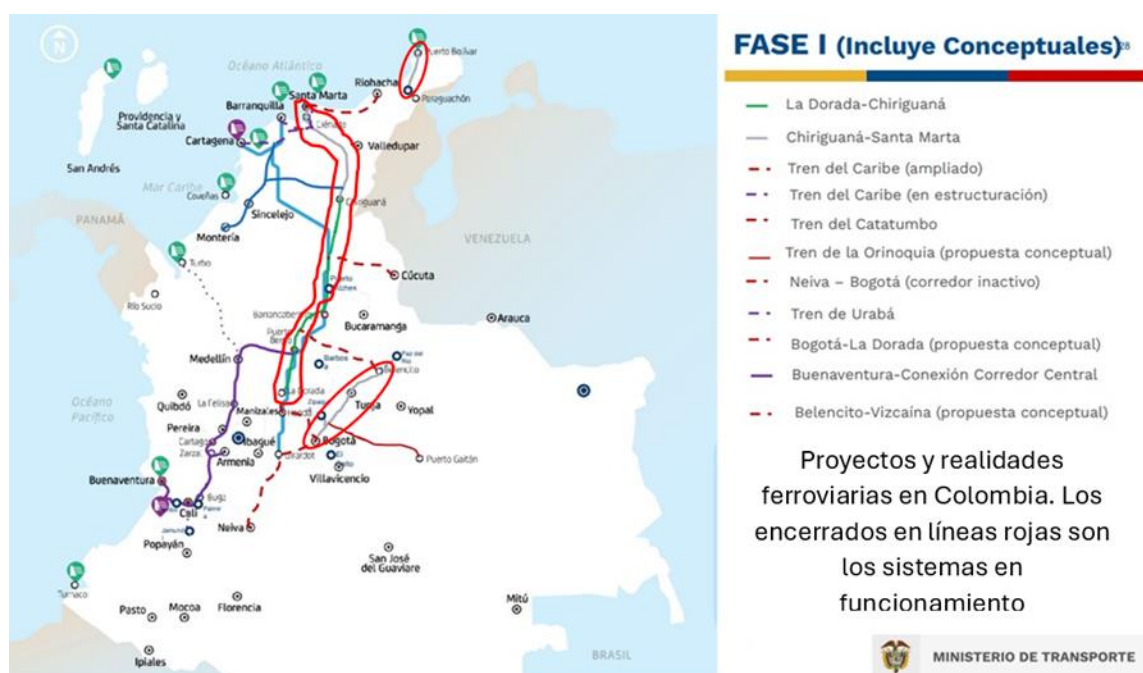


Figura 1. Proyectos y realidades ferroviarias en Colombia
Fuente. Ministerio de transporte

Según lo señalado por el Ministerio de Transporte, en lo que tiene que ver con sistemas de transporte que conecten las zonas del país, se cuenta con toda una serie de nuevos proyectos para completar las tres rutas existentes. El gobierno del presidente Petro ha insistido en los sistemas ferroviarios como uno de sus programas importantes. Sin embargo, no parece que

van a lograrse avances a la velocidad y las magnitudes deseadas, aunque, sin duda, van fundamentando las nuevas posibilidades y realidades.



Figura 2. Transporte público de carga ferroviaria
Fuente PFA

El transporte de carga se da fundamentalmente en las dos rutas que transportan carbón mineral para exportación desde Puerto Bolívar en La Guajira (proveniente de El Cerrejón) y desde la zona de Santa Marta (proveniente de los yacimientos del Cesar), en la ruta que sale de Chiriguaná. Entre Belencito y Bogotá y entre Dorada y Chiriguaná se transportan ciertas cantidades, mucho menores que las de carbón (cemento, gaseosas y bebidas, café, acero y algunos otros productos), cada ruta de estas con algo menos de 50.000 toneladas anuales en 2019. Con los nuevos proyectos será posible aumentar las cargas transportadas, especialmente considerando productos relacionados con los puertos y las ciudades de Bogotá, Medellín, pero será difícil de superar los tonelajes que se mueven con las 2 rutas del carbón.

Desde el punto de vista del transporte de pasajeros, este es prácticamente inexistente en las rutas nacionales, a pesar de que fue muy importante hace años. Desafortunadamente se fueron cancelando y abandonando los sistemas de los ferrocarriles seccionales y nacionales en el Pacífico, el Atlántico, Antioquia, Boyacá y Cundinamarca. Hoy solamente se cuenta con un gran sistema urbano basado en el transporte férreo, el sistema del Valle de Aburrá y el Metro de Medellín. Este sistema, que transporta más de un millón de pasajeros al día, Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Limitada – Metro de Medellín Ltda.- fue creado en 1979 y se ha consolidado como un sistema integrado que ha permitido mejorar la calidad de vida a los habitantes del Valle de Aburrá.

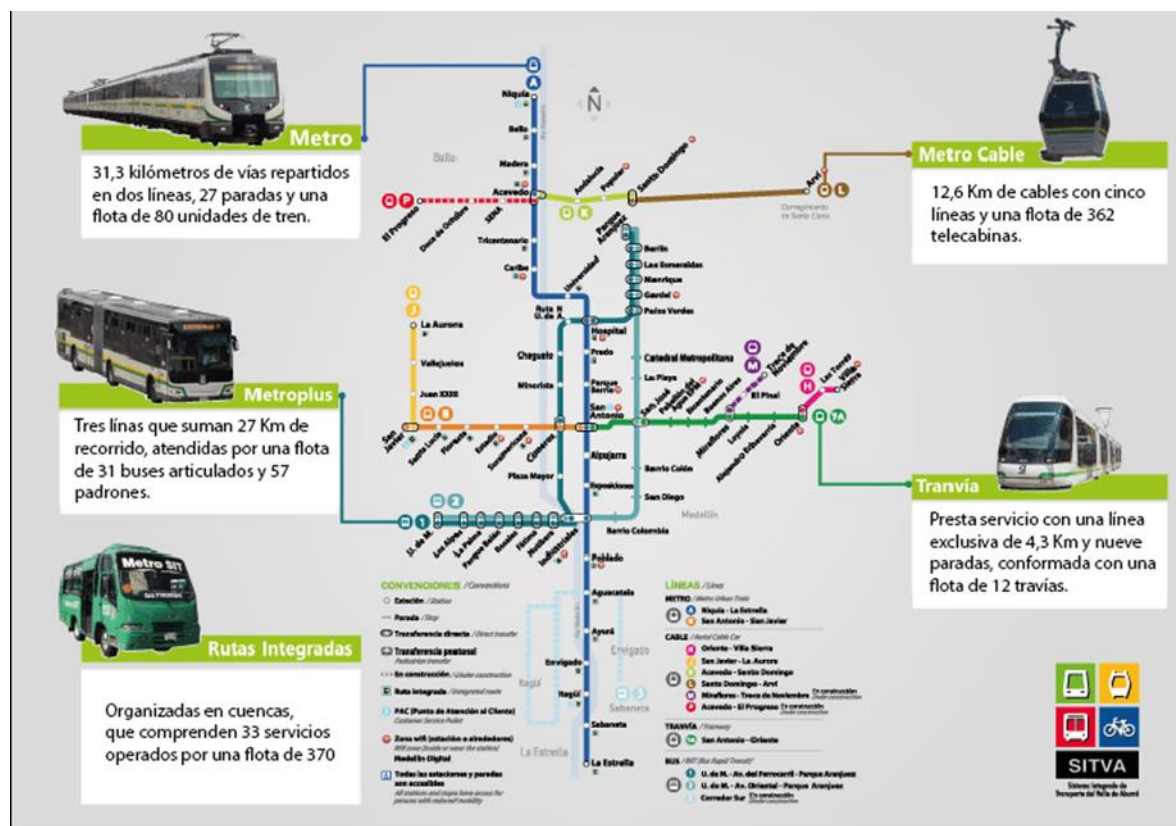


Figura 3. El sistema de transporte masivo del Valle de Aburrá – existente
Fuente Metro de Medellín

Se van a generar cambios muy significativos en los transportes masivos en las ciudades del país. El ejemplo del Valle de Aburrá se va extender, con los sistemas en construcción en la Sabana de Bogotá, el Metro de Bogotá y el Regiotram del Occidente. Adicionalmente en la región del Valle de Aburrá se mantiene una dinámica de crecimiento con la construcción, ya en marcha del Metro de la 80 y con del tren de cercanías o Tren del Río, que va a conectar a Caldas con Barbosa y que está en etapa avanzada de diseño y de financiación.

Existen también proyectos de transporte masivo de pasajeros en la región del Valle del Cauca y de los departamentos del Atlántico.

Antioquia mantiene una importante dinámica de nuevos proyectos a través de su Promotora del Ferrocarril de Antioquia, los cuales están en distintas etapas de conceptualización, financiación y diseño

Los siguientes infogramas se refieren a estos proyectos.

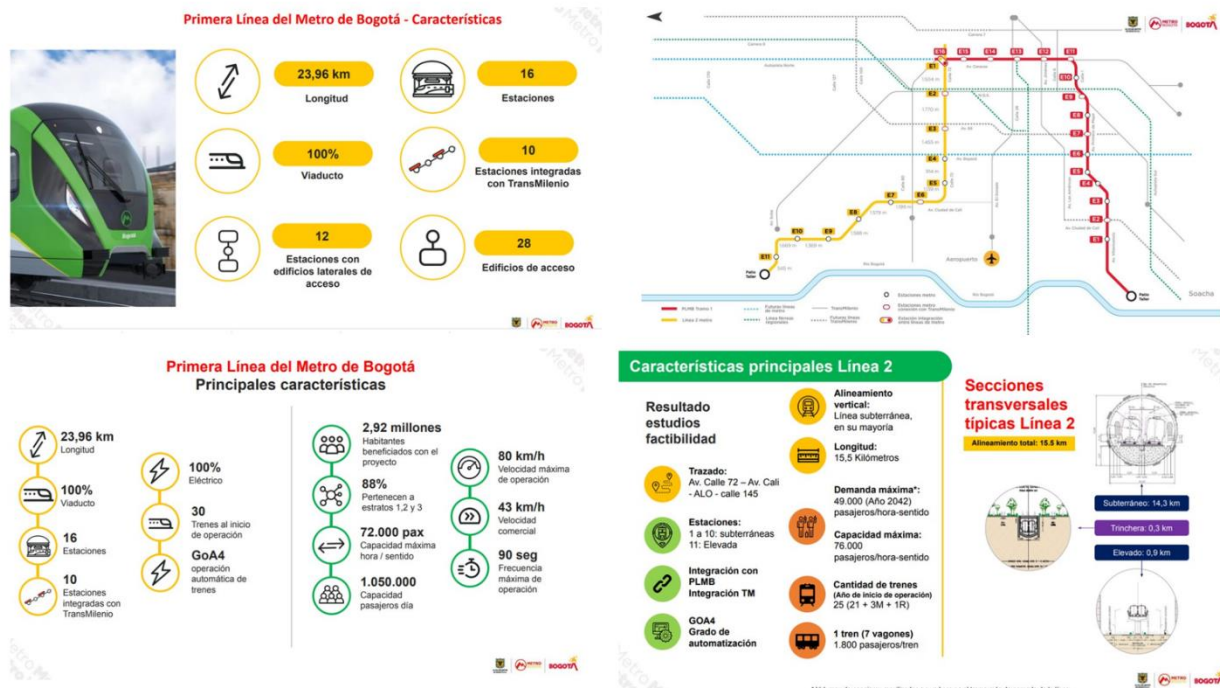


Figura 4. Proyectos del Metro de Bogotá – en ejecución
Fuente Metro de Bogotá



Figura 5. Proyecto Regiotram de Occidente en la Sabana de Bogotá - en ejecución
Fuente Regiotrams



Figura 6. Proyecto del Metro de la 80 en Medellín – en ejecución
Fuente Metro de Medellín

Eventualmente se va a lograr completar los proyectos de la Promotora del Ferrocarril de Antioquia

Recuperando las conexiones con el Magdalena y Caldas, (Tren Verde de Antioquia, Tren del Café) y el tren de cercanías (Tren del Río) entre Caldas y Barbosa

Estableciendo la conexión a Urabá.

Conexiones con el Pacífico y Panamá

Tren de alta velocidad a Bogotá



Figura 7. Los proyectos de la promotora del Ferrocarril de Antioquia
Fuente PFA

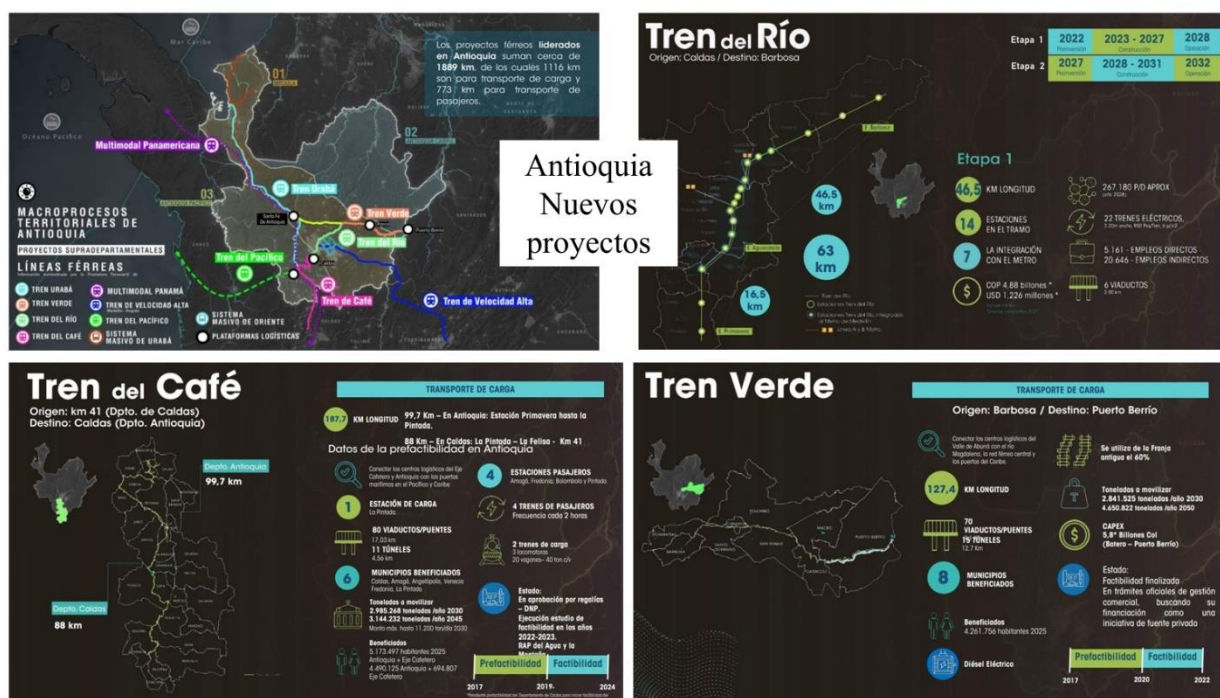


Figura 8. Proyectos ferroviarios en Antioquia en etapa de definiciones
Fuente PFA



Figura 9. Proyectos ferroviarios en Antioquia en etapa de conceptualización
Fuente PFA



Figura 10. Proyecto de conexión férrea de alta velocidad entre Medellín y Bogotá
Fuente PFA

Trazado presentado a ANLA

(Autoridad Nacional de Licencias Ambientales)



LONGITUD
A1 : 361 km
A2 : 365 km



Capacidad de carga y pasajeros

Para un horizonte de 30 años, se estima demanda de pasajeros de 56.667 por día. En carga el tren tendría la capacidad de captar una demanda aprox de 13.770.628 toneladas/año.



Atracción de carga (proyección)	
Departamentos	% de participación
Bolivar	11.8%
Atlántico	14.7%
Magdalena	4.3%
Otros (incluye Cundinamarca)	69.1%

Producción de carga (proyección)	
Departamentos	% de participación
Bolivar	54.9%
Atlántico	33.9%
Magdalena	2.3%
Otros (incluye Cundinamarca)	8.8%

Atracción de pasajeros (proyección)	
Departamentos	% de participación
Bolivar	9.4%
Atlántico	57.6%
Magdalena	33.0%

Producción de pasajeros (proyección)	
Departamentos	% de participación
Bolivar	8.4%
Atlántico	60.0%
Magdalena	31.6%

5. Proyectos infraestructura vial y proyectos ferroviarios en el Valle del Cauca

La Conectividad - Subregional: La Red de Infraestructura Vial y Ferroviaria en la BPO-G12



Fase de factibilidad

Tramo Priorizado Cali (Estación central) - Jamundí

23,6 km

21 estaciones, 18 trenes, 1 patio taller principal

- CAPEX <aprox. Cop \$2,4 - \$2,6 Bn (FDN)
- En 2020 se logró la financiación de los Estudios de factibilidad Cop \$34.349,9 M

Fuente: FDN

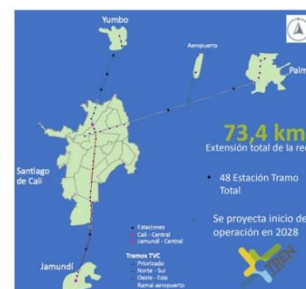


Figura 10. Proyectos ferroviarios en el Valle del Cauca y la Costa Atlántica
Fuente Findeter

Hay que incluir en este sumario, el hecho de que se va a contratar una concesión para llevar a cabo las actividades necesarias para la Financiación, Gestión Predial, Gestión Social y Ambiental y de Redes, la elaboración de los Estudios de Detalle, la Construcción, la Rehabilitación, el Mejoramiento, la Operación, el Mantenimiento y la Reversión de la Infraestructura Férrea y de Infraestructura Logística correspondiente al Corredor del Proyecto comprendido entre los municipios de La Dorada en el departamento de Caldas y Chiriguaná en el departamento del Cesar con sus respectivos ramales. Se incluye la Puesta a Punto del Material Rodante de propiedad de la Nación, el Mantenimiento del Material Rodante del Proyecto y la Prestación del Servicio Público de Transporte Ferroviario de Carga.

4. LOS CAMPOS DE ESTUDIO FERROVIARIO PARA ATENDER LOS PROYECTOS FERROVIARIOS NACIONALES

Si se observan las actividades que implica un proyecto de esta naturaleza, listadas típicamente en los documentos licitatorios, se pueden descubrir muchos de los campos académicos y formativos que van asociados con los sistemas ferroviarios. Entre ellos están los siguientes:

Trabajos de campo. Las observaciones de las zonas, la descripción de terrenos, accidentes naturales, ríos y corrientes de agua, zonas pobladas, asentamientos, vías y caminos que presentan interferencias y oportunidades de interconexión y actividades económicas conexas, fenómenos ecológicos y sociales, implican mucho trabajo de campo y trabajo de profesionales y personal con experiencias y entrenamiento en todo lo que tiene que ver con la complejidad de las influencias, dependencias y

contactos de los proyectos ferroviarios. No se trata solamente de personas con entrenamiento general sino con conocimientos específicos modelados en lo ferroviario.

Definiciones y estudios de las franjas operacionales. Las especiales condiciones de las franjas operacionales de los sistemas ferroviarios son evidentes cuando se transita por los mismos. Las altas velocidades, las especificaciones de las pendientes y las curvas, la necesidad de prevención de accidentes y de proteger las vías contra interferencias e invasiones, los aspectos ecológicos, el manejo del paisaje, el análisis de alternativas, son todos aspectos altamente específicos de estos sistemas.

Análisis de mercado, mercadeo y demanda de pasajeros y de carga. Este son aspectos fundamentales, muy singulares en lo que tiene que ver con lo ferroviario, que se deben examinar con visión de largo plazo, teniendo en cuenta estratégicamente las oportunidades y la competencia con otros sistemas. Hay amplia experiencia en el mundo, pero debe ser adaptada al país y mejorada teniendo en cuenta las situaciones tan especiales de las sociedades en desarrollo, que se han desconectado con los trenes y que desconocen realmente las dinámicas y ventajas prácticas.

Estudios de Topografía. Es un asunto vital para el paso por regiones montañosas, estrechas, cruzadas por ríos y cañadas. Se requiere conocimiento y visión especializada, que va más allá de lo tradicional en ingeniería civil y de transportes.

Estudios de hidrología, hidráulica y socavación. Asuntos también vitales en zonas ricas en aguas, ríos y quebradas, en terrenos proclives a la presencia de aguas en los suelos, a terrenos inestables.

Geotecnia y geología. Los suelos del país, especialmente en las zonas andinas y cenagosas, son especialmente desafiantes para lograr estructuras resistentes, seguras, estables. Su conocimiento y la capacidad de diseño asociado es bastante especializado, dadas las altas exigencias de cargas estáticas y dinámicas.

Diseños, concepción y ejecución de infraestructura y superestructuras férreas. Estos sistemas son muy exigentes, dadas las altas especificaciones de precisión, carga, velocidades, pendientes, curvas y la abundancia de túneles, puentes, viaductos, pontones, muelles, obras de defensa y terraplenes. Se une a lo anterior todo lo que tiene que ver con la arquitectura de estaciones, centros de mantenimiento, sistemas de conexiones y de transferencias.

Gestiones ambientales, sociales y prediales. En estos aspectos se generan grandes dificultades y cuellos de botella en el desarrollo de los proyectos ferroviarios. Debido a las grandes ventajas y beneficios de los mismos, hay que gestionar la tramitología con plena conciencia de que la matriz costo beneficio es favorable. Pero ello implica amplios conocimientos y saber hacer énfasis en los beneficios intangibles y en las formas para valorizar las situaciones. Naturalmente se requiere una ejecución elegante y respetuosa de los proyectos y un muy buen conocimiento de las normas aplicables y excelente relacionamiento con comunidades y entidades sociales y de control.

Aspectos de metodología y de procedimientos. Los sistemas ferroviarios están altamente normalizados, dada la amplitud de temas implicados y la necesidad de contar con exigentes estándares de calidad, seguridad, atención a los usuarios, estabilidad, resistencia y durabilidad. Se requiere personal con amplios conocimientos y criterios. En su operación están sujetos a estrictos procedimientos y normas, para asegurar el cumplimiento de tiempos y de los servicios prometidos a los usuarios. Los temas de logística con fundamentales y altamente exigentes.

Sistema de señalización, comunicación y control del tráfico. Aquí se incluyen abundantes asuntos que tiene que ver con instrumentación, automatismos, interconexiones y optimizaciones. Son temas muy relacionados con las tecnologías digitales, con los sistemas de información, con la estadística, el manejo de datos y las diferentes formas de comunicación con todos los actores involucrados. El manejo eficiente de altos flujos pasajeros y de carga tiene que ver con temas muy especializados de naturaleza administrativa y de ingeniería.

Componentes, material rodante y operación. Este es un campo altamente sofisticado y especializado, que tiene que ver con los procesos de diseño, compras, proveedores, ejecución de los proyectos y todo lo relacionado con inversiones, costos, optimización y búsqueda de alternativas entre las muchas opciones y proveedores disponibles. Todo enlaza con la operación, que es la etapa en la cual los sistemas realmente se vuelven rentables y benéficos para la comunidad y los que le apostaron al desarrollo de los proyectos.

Patios, talleres, centro de control y facilidades administrativas. Los sistemas ferroviarios requieren de extensas y complejas facilidades periféricas, sin las cuales no sería efectivo su funcionamiento. Muchas de ellas pasan inadvertidas para los clientes, los públicos y la comunidad, pero son esenciales, exigiendo amplias zonas y espacios. Este es un tema delicado al examinar los sistemas en nuestro país, que con frecuencia tiene limitaciones espaciales, por temas de costos, topografías, concentraciones urbanas y exigencias regulatorias y de planeación. Se requiere arquitectura e ingenierías especializadas para atender adecuadamente los diseños y ejecuciones de tales periféricos. Hay que tener en cuenta temas relacionados con el personal y la logística.

Modelo operacional. Como se acaba de mencionar, la operación es el aspecto clave para lograr la materialización de los beneficios proyectados. Una buena operación es extremadamente efectiva para lograr el apoyo de los usuarios y para garantizar la sostenibilidad integral de estos sistemas, sujetos a deterioros, a obsolescencia, a la competencia, a los gustos y exigencias variables de los clientes. Tiene mucho que ver con aspectos administrativos, de manejo de personal, de respuesta a situaciones de emergencia y de conflicto, con los flujos de información y la logística. Como se menciona, existen diversos modos y filosofías al respecto y se requiere criterio, formación y experiencia para lograr los mejores resultados. Como muchos de estos sistemas requieren apoyos y subsidios, es natural que se generen desencantos y desgastes, cuando se disparan los costos y las inversiones, por encima de las previsiones. Hay que vigilar que la indisciplina social afecte los sistemas, dando lugar a daños, sabotajes, deterioros y desprestigio.

Actualización de normas y especificaciones. Estos sistemas están evolucionando continuamente. Hay que contar con filosofías y perspectivas de administración para evitar que se pierda la calidad y la disciplina operativa y de calidad a medida que pasan los años.

5. EXPERIENCIAS EDUCATIVAS Y ACADÉMICAS EN DIVERSOS PAÍSES

Se ha hecho un recorrido por estos aspectos, el cual se ilustra con algunas fotografías y gráficos. Se trata de un recorrido anecdótico, basado en consultas en bases de datos en la red. Se pretende ilustrar, como base para las propuestas que se presentan al final de este artículo.

Encarrilando la educación

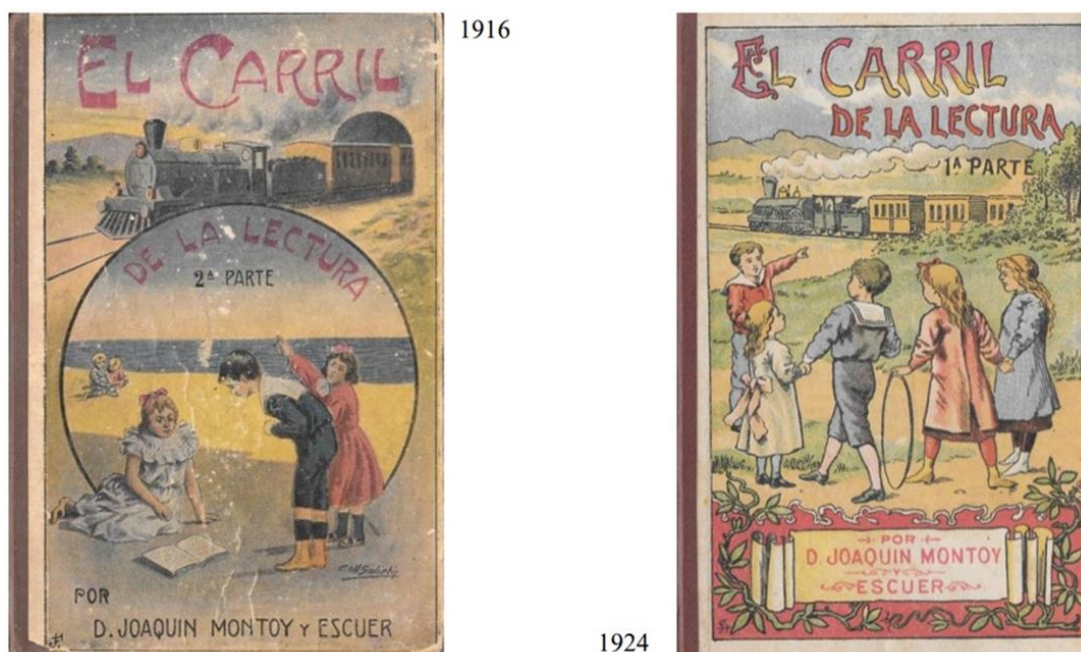


Figura 11. Trenes y escuelas: las vías del progreso.
Tomado de Juan González Ruiz Asociación de Amigos del Ferrocarril (ACAF)

Observemos estas imágenes de comienzos del siglo 20. En ellas se sugiere, a modo educativo para los niños, comportarse siguiendo el símbolo del carril del tren, como el camino seguro y certero, como el buen camino, como el mejor método (término usual en Pedagogía, que procede etimológicamente del griego camino, y también vía). Hay aquí una referencia moral, que se refleja también en el lenguaje corriente, donde encarrilar significa conducir o hacer las cosas adecuadamente, y, por el contrario, se califica de descarriado a quien anda por malos caminos, desorientado o en una dirección equivocada en términos pedagógicos y morales; mientras que, en términos ferroviarios, análogamente, se entiende que un tren está descarriado cuando se ha salido de la vía por la que debía circular.

La educación universitaria en el ámbito ferroviario en España

Maestría en la Universidad Politécnica de Cataluña

La colaboración universidad-empresa alianza estratégica para el relevo generacional en el sector ferroviario. Afortunadamente en nuestra región contamos con los CUEE, Comités Universidad Empresa Estado, que impulsan estos principios de colaboración a nivel social. La sociedad actual está viviendo unos momentos de incertidumbre, con acontecimientos que han provocado pérdidas de vidas, flujos migratorios e inestabilidad en los mercados

energéticos, comerciales y financieros de todo el mundo. Los cambios que están ocurriendo afectan la movilidad. Se está registrando una tendencia a disminuir la utilización de los combustibles fósiles y potenciar la movilidad eléctrica generada con energías renovables. El transporte ferroviario, tanto de personas como de viajeros, será uno de los protagonistas del cambio ya que el ferrocarril es un modo de transporte eficiente, seguro, accesible y fiable.

El sector ferroviario español es líder y un referente mundial en continua expansión con un alto grado de internacionalización e innovación donde trabajan profesionales de diferentes ámbitos (ingenieros, economistas, abogados ...). Este sector hace posible que anualmente puedan viajar por los 15.652 Km de la red ferroviaria española más de 500 millones de viajeros y se puedan transportar 10.459 millones de toneladas/Km de mercancías, según datos del observatorio del ferrocarril en España.

MÁSTER DE FORMACIÓN PERMANENTE EN SISTEMAS FERROVIARIOS Y TRACCIÓN ELÉCTRICA

El 80% de nuestros estudiantes mejoran su ocupación laboral y el 70% encuentran trabajo en el sector antes de un año.

i	Duración	Modalidad	Precio
	9 meses	Presencial	9.900€

Observar la interacción universidad empresa

La abundancia de actividades

La abundancia de profesores

4300 profesionales formados por año

Conoce la UPC
Universitat Politècnica de Catalunya

+123.500
PROFESIONALES FORMADOS DESDE 1994

376
EMPRESAS COLABORADORAS

1.600
PROFESORES

219
ACTIVIDADES ANUALES

Figura 12. El programa de maestría en la Universidad Politécnica de Cataluña

Cuenta la Universidad Politécnica de Cataluña una maestría con cursos de 30 horas cada uno, en los siguientes aspectos:

Sistema Ferroviario; Alta Velocidad y Servicios de Viajeros Interurbanos; Cercanías, Regionales, Metros y Tranvías; Mercancías y Logística; Electricidad y Mecánica en el Ferrocarril; Tracción Eléctrica; Elementos de Material Rodante; Ingeniería y Mantenimiento; Infraestructura Ferroviaria; Ferrocarril y Energía; Subestaciones y Redes; Electrificación y Catenaria; Comunicaciones Aplicadas al Ferrocarril; Señalización Ferroviaria; Sistema de Protección del Tren; Explotación Técnica de las Infraestructuras Ferroviarias; Proyecto y Gestión de Nuevas Líneas de Ferrocarril; Proyecto Final de Máster

Esta maestría tiene un valor total de 9.000 euros. Toma 9 Meses, con 18 cursos de 30 horas para un total de 540 horas, es decir 15 horas semanales. Son 17, 6 euros por hora, es decir, al cambio actual cerca de \$ 70.000 por hora y cada curso cuesta 500 euros.

Centro de Formación de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles (FFE)

Esta institución posee una trayectoria de más de 30 años en la difusión y transmisión del conocimiento del transporte. Desde 1986 ha impartido todo tipo de cursos, jornadas y seminarios que, junto con la celebración de congresos y exposiciones, lo han convertido en un centro de referencia nacional e internacional en la formación especializada en el transporte terrestre.

La FFE, cuya sede social está ubicada en el Palacio de Fernán Núñez de Madrid, dispone de las instalaciones, medios técnicos y humanos, para impartir, organizar y gestionar cualquier modalidad de formación: presencial, telepresencial y online. Para la formación presencial se dispone de aulas dotadas de equipamiento informático y multimedia, entorno online y conectividad; además de aulas para el desarrollo de talleres, biblioteca técnica y otros espacios para zonas comunes y de networking. La formación online se realiza a través de una plataforma de formación virtual de diseño propio, con contenidos multimedia online interactivos, basada en el uso de las nuevas tecnologías adaptadas a los procesos de aprendizaje. También se ofrece la posibilidad de conexión en remoto por internet (en directo y diferido) para la participación del alumnado en modalidad telepresencial.

Dispone de cursos en las siguientes áreas:

Regulación, legislación y financiación del transporte terrestre; Infraestructuras del transporte terrestre; Vehículos para el transporte terrestre; Transporte interurbano de viajeros; Transporte urbano y metropolitano; Transporte de mercancías y logística, Visión general de la alta velocidad; Explotación técnica y comercial de la alta velocidad; Tecnología de la alta velocidad; Ingeniería ferroviaria en 5 módulos; Material rodante e infraestructuras ferroviarias; Operaciones ferroviarias; Ciberseguridad en infraestructuras ferroviarias; Infraestructura ferroviaria y vía; Instalaciones ferroviarias de energía; Material rodante ferroviario Seguridad técnica en infraestructuras ferroviarias; Sistemas ferroviarios de señalización, información y telecomunicación

Con ellos organiza de manera conveniente especializaciones, diplomados y maestrías, en las áreas de Especialización (6 módulos) y Master en Transporte Terrestre y Ferroviario (14 módulos); Máster de Formación Permanente Ingeniería y Mantenimiento Ferroviario (12 módulos); Máster en Ingeniería y Mantenimiento Ferroviario (13 módulos), Diploma de Experto Universitario (5 módulos); Diploma de Especialización (6 módulos) y Diploma de Experto Profesional (3 módulos)

Su formación se dirige a Profesionales vinculados al sector del transporte terrestre (para cubrir sus necesidades específicas de formación y mejorar su cualificación); Titulados universitarios (con la finalidad de completar la formación adquirida en la enseñanza reglada y aumentar sus posibilidades de incorporación al mercado laboral); A las empresas y resto de entidades del sector del transporte (para contribuir al desarrollo y preparación técnica de su personal, ofreciendo una formación a medida y promoviendo el intercambio de conocimientos y experiencias). La tabla siguiente resume los aspectos económicos de sus programas

Tabla 1 Costos indicativos (2024) de cursos y programas en la EFE



curso	Mantenimiento del material rodante	Aplicación del hidrógeno en el ferrocarril	Curso básico de señalización ferroviaria	Especialista	Maestría
Costo por curso, euro	242	302	684	2.868	5.736
Costo por curso, \$	1.054.636	1.316.116	2.980.872	12.499.374	24.998.748
Horas por curso	25	25	83	300	600
Costo por h, Euro	9,68	12,08	8,24	9,56	9,56
Costo por h \$	42.185	52.645	35.914	41.665	41.665

La educación universitaria en el ámbito ferroviario en México

Ingeniería Ferroviaria en el Instituto Politécnico Nacional de México



Figura 13. El programa de ingeniería ferroviaria en el UPIIP de Palenque - México

Los alumnos deberán venir de una escuela de nivel medio superior que contenga en sus planes de estudio materias básicas como física, química y matemáticas, computación, dibujo, inglés técnico, filosofía, humanidades y comunicación oral y escrita. Deberán tener disposición de tiempo completo para realizar los estudios de Ingeniería Ferroviaria.

El Ingeniero Ferroviario del Instituto Politécnico Nacional queda capacitado para:

- Diagnosticar necesidades de construcción y servicios de transporte ferroviario.
- Evaluar los impactos ambientales, urbanos, viales y de afectaciones de los nuevos proyectos y de la operación vigente.
- Realizar dictámenes técnicos y peritajes relacionados con los proyectos, funciones y actividades de las empresas ferroviarias.
- Diagnosticar el comportamiento de la industria que suministra tecnología, componentes, partes y refacciones ferroviarias.
- Coordinar la construcción e instalación de la infraestructura, superestructura e instalaciones electromecánicas de proyectos ferroviarios.

Los siguientes son los programas de estudio. Se aprecia que se trata de 8 semestres con un total de 57 Cursos, así: Matemáticas y estadísticas 8; Ciencias básicas de ingeniería 7; Aplicaciones generales de ingeniería 5; Administración, economía 7; Ética y temas sociales 4; Programación y sistemas 3; Temas ferroviarios 23

Tabla 2 Programa de estudio UPIIP

SEMESTRE I	SEMESTRE V
Fundamentos matemáticos	Dinámica tren-vía
Mecánica clásica aplicada	Estadística aplicada
Ética y responsabilidad social	Infraestructura en instalaciones fijas
Ingeniería y sistemas de transporte	Vías y diseño geométrico del trazo
Procesos de producción y de manufactura	Ingeniería básica y proyecto ejecutivo
Dibujo asistido por computadora	Logística y cadena de suministro
Fundamentos de ingeniería civil y arquitectura	Programación lineal
SEMESTRE II	SEMESTRE VI
Cálculo diferencial e integral	Contratación y ejecución de obras ferroviarias
Electromagnetismo aplicado	Mantenimiento de obras e instalaciones fijas
Transporte ferroviario	Instrumentación mecatrónica ferroviaria
Normalización ferroviaria	Logística de flujos internacionales
Electricidad y electrónica experimental	Economía de la ingeniería
Tecnología y resistencia de materiales	Redes y simulación
Administración integral	Comunicación profesional
Entorno socioeconómico de México	
SEMESTRE III	SEMESTRE VII
Cálculo vectorial	Programación del servicio ferroviario
Probabilidad y estadística	Operaciones ferroviarias de carga
Metodología de la ingeniería	Mantenimiento de material rodante
Material rodante	Modelos de simulación
Ingeniería ambiental y climatología	Derecho ferroviario
Planeación del transporte urbano y regional	Transporte multimodal
Introducción a la economía	Optativa I
SEMESTRE IV	SEMESTRE VIII
Métodos matemáticos de la ingeniería	Operaciones ferroviarias de pasajeros
Álgebra lineal	Desempeño y calidad del servicio
Química energética y ambiental	Empresas y economía del transporte ferroviario
Estudios para proyectos ferroviarios	Habilidades directivas
Cruceros y señalización inteligentes	Seminario de ingeniería ferroviaria
Suministro de combustible y energía eléctrica	Optativa II
Informática y telecomunicaciones	
Contabilidad y finanzas	

Centro Privado de Formación Ferroviaria ADOFER SA de CV en México



Figura 14. Centro de Formación Ferroviaria ADOFER en México

EL CFA es un centro privado de formación ferroviaria autorizado por los Secretaría de Comunicación y Transporte de México para formar distintos oficios con licencia federal, dentro del Reglamento de Servicios de Servicio Ferroviario. Ofrece los siguientes programas:

Introducción al Sistema Ferroviario Normativa Ferroviaria Despachador
 Conductor Jefe de Estación Operación Ferroviaria y herramientas auxiliares
 Señalización Sistema de Control de Tráfico Trabajos y Maniobras
 Boletaje Piloto de Seguridad Cursos para Obtención de LFF (Licencia Ferroviaria)
 Telemando de energía en sistemas eléctricos ferroviario
 Subestaciones de rectificación. Funcionalidades técnicas de equipos
 Operación Eléctrica de Subestaciones
 Introducción a los Sistemas de Señalización Ferroviarias
 Telecomunicaciones Mantenimiento infraestructura e instalaciones fijas
 Protección Civil Riesgos Laborales Programa de Contingencias y Siniestros
 Seguridad en la Circulación de Sistemas Ferroviarios
 Introducción al sistema de Gestión de Calidad

Como se observa, tienen estos programas que ver con los distintos oficios relacionados con la operación ferroviaria

La educación ferroviaria en Argentina

CENACAF, el Centro Nacional de Capacitación Ferroviaria de Argentina

El CENACAF fue creado en 1985 a partir del convenio de cooperación técnica entre Argentina y Japón, con la idea de generar transferencia de nuevas tecnologías y gestión del conocimiento técnico para el sistema ferroviario de Argentina. Se encuentra formalmente bajo la órbita de DECAHF (Desarrollo del Capital Humano Ferroviario Sociedad Anónima con Participación Estatal Mayoritaria). Desde 2015 fue instituido como Ente Rector de la Capacitación Ferroviaria a nivel nacional, por Resolución del Ministerio del Interior y Transporte de la Nación.

Profesores de los cursos

INSTRUCTORES PROPIOS (9)

1 Analista de Sistemas, 2 Técnicos electromecánicos, 2 Técnicos electrónicos, especialización en telecomunicaciones. 1 Licenciado en Tecnologías Ferroviarias. (UNLA)
 1 Técnico programador, 1 Inspector de líneas aéreas (Línea Roca), 1 Especialista en gestión educativa

INSTRUCTORES EXTERNOS (5)

1 Administrador de Empresas, 1 Técnico en normas operativas, 2 Ingeniero Mecánico con Posgrado Ingeniería Ferroviaria, 1 Arquitecto.

A 2024 se contaba con 149 Cursos Técnicos dictados, 173 Cursos en Simuladores dictados; 58 Jornadas de Perfeccionamiento y 5.077 Alumnos capacitados



Simuladores de conducción ferroviaria:

- 3 Puestos de formación o simuladores réplica
 - 4 Puestos de instructor
 - 8 Puestos de formación simplificados
 - 2 Puestos de Observación
- Líneas Ferroviarias incluidas:
- * General Roca
 - * Mitre
 - * Sarmiento
 - * Belgrano Sur
 - * General San Martín



Áreas



Figura 15. Centro Nacional de Capacitación Ferroviaria de Argentina

Formación ferroviaria de TÜV en Argentina

La TÜV Rheinland es una entidad que ofrece programas en Argentina . TÜV Rheinland Global Rail, Am Grauen Stein 51105 Cologne, Germany, www.tuv.com/global-rail

Se ofrecen talleres y cursos de formación en el sector ferroviario para empresas e instituciones relacionadas con el sector. Con ello se pretende la introducción a los conceptos y estándares, a las mejores prácticas y ejercicios para los asistentes, y un espacio para debates y sesiones de preguntas. La transición desde la formación a la consultoría se lleva a cabo de manera integral por lo que puede utilizar sus conocimientos e implementarlos en su propia empresa.

TÜV Rheinland emplea a aproximadamente 340 profesionales ferroviarios de cuatro continentes en una única línea de negocio. Sus docentes son ingenieros de proyectos experimentados que se basan en conocimientos especializados adquiridos en numerosos proyectos de clientes. Los cursos no se limitan a dar explicaciones teóricas, sino que siempre incluyen ejemplos prácticos y, en la medida de lo posible, contribuciones de los clientes o socios comerciales. Se ofrece entrenamiento en las siguientes áreas:

- Gestión de la seguridad
- Seguridad funcional y desarrollo de hardware
- Certificación TSI
- Desarrollo de software relevante para seguridad
- Homologación y aprobación de sistemas ferroviarios urbanos
- Análisis del Árbol de Fallas
- Seguridad informática para sistemas ferroviarios
- Coste del ciclo de vida ferroviario
- Adquisición de material rodante
- Gestión Lean en el mantenimiento ferroviario
- Mantenimiento en el sector ferroviario
- Monitorización de la construcción
- Licitación de contratos ferroviarios
- Introducción al ECM (Entity in Charge of Maintenance)

Programa de formación universitaria de la UDEMM - Universidad de la Marina Mercante

Se da formación como Técnico Universitario en Tecnología y Gestión de Transporte Ferroviario. Este programa tiene 3 (Tres) años de duración, 2160 horas; además un año y medio adicional para optar a Licenciado en Gestión de Transporte Ferroviario

Se trata de programas de costos muy económicos. Según la información recogida se tendría un valor anual (ARS) de 192.000; según el cambio ello sería de \$ 2.100.000 anuales, para un total anual de 12 cursos, de 60 horas, es decir, 720 horas.

El valor de la tecnología sería de \$Col 6.300.000 y el de la licenciatura, de \$Col 9.500.000

La educación ferroviaria en Brasil

Formación en la Universidad Federal de Santa Catalina (UFSC)

Al considerar las realidades ferroviarias del país se observa que Brasil es deficiente en infraestructura ferroviaria para cargas y personas y las ciudades brasileñas no tienen suficientes ferrocarriles de pasajeros, metros, trenes y tranvías; surgen entonces inquietudes sobre el funcionamiento de los proyectos existentes de trenes y de metros; sobre la industria, los materiales que utilizan, las tecnologías que se tienen; sobre los conocimientos en metodología de diseño, producción y operación que existen en el país. Igualmente se considera la situaciones educativas y formativas en estos campos: ¿Quién prepara profesionales para este campo industrial? ¿Qué enseñan? ¿Cuántos cursos formales existen en escuelas técnicas y universidades? ¿Cómo han trabajado estos temas los países que tienen este modo de transporte?

De lo anterior se advierten dos hipótesis: Brasil invirtió poco en el modelo metro-ferrocarril porque las instituciones de enseñanza e investigación no tenían los programas para desarrollar el conocimiento y la formación de profesionales para este modelo; o, alternativamente, las instituciones de educación e investigación en Brasil no contaban con programas y cursos en el área metro-ferrocarril porque esa industria era débil.

Ante estas consideraciones, la UFSC montó el curso de Ingeniería Ferroviaria y Metro para formar profesionales que rompieran con la dualidad presentada anteriormente. Se decidió que los cursos de ingeniería trabajarían con dos énfasis principales: El primero se centra en el área de vehículos, denominado curso de Ingeniería Ferroviaria y Metro, con proyectos educativos dedicados a conocimientos claros en diseño, producción, operación y disposición de vehículos utilizados para el sector ferroviario y metro. El segundo énfasis está enfocado en el campo de infraestructura, transporte y logística, a través de la carrera de Ingeniería de Infraestructura e Ingeniería del Transporte y Logística.

El sector ferroviario y subterráneo ha llamado la atención en el escenario brasileño debido a la necesidad del país de lograr un crecimiento sostenible. Nuevas inversiones para ampliar la red ferroviaria han garantizado el crecimiento actual de la industria ferroviaria. Además, la preocupación por la movilidad urbana ha sido responsable de inversiones en nuevas líneas de metro, trenes de superficie, monorraíles y trenes de alta velocidad. Actualmente, cientos de empresas del sector ferroviario y subterráneo están instaladas en Brasil, con el objetivo de promover este tipo de proyectos con materiales rodantes, nuevas tecnologías y soluciones para el sector. En este contexto, la formación del Ingeniero de Ferrocarriles y Metros en el Centro Tecnológico de la UFSC de Joinville tiene como objetivo brindar una visión sistémica de la ingeniería ferroviaria y de metros, desarrollada para actuar en cuatro grandes áreas: diseño mecánico, diseño de sistemas eléctrico-electrónicos, mantenimiento de sistemas. y operaciones de ferrocarril y metro.

Este profesional puede supervisar y gestionar pruebas experimentales de campo, tratar con proveedores de la industria y preparar documentación e informes técnicos de productos o servicios. Entonces se tiene el programa con el título Licenciatura en Ingeniería de

Ferrocarriles y Metros. Cuenta con 20 cupos por semestre, con una duración de 10 semestres.es decir 5 años de dedicación de tiempo completo.

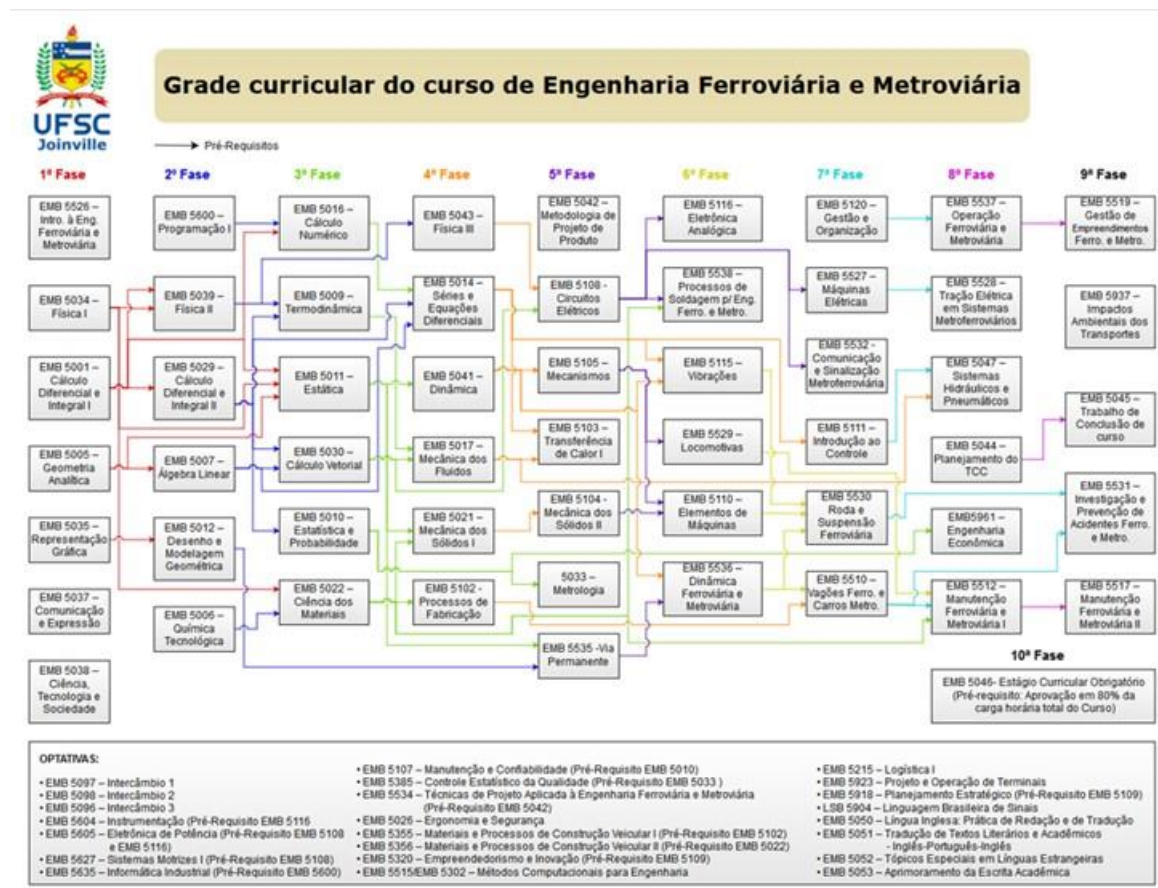


Figura 16. Programa de Ingeniería de Ferrocarriles y Metros en la UFSC en Brasil.

Se aprecia que se trata de 10 semestres. Son 55 Cursos y un semestre de Prácticas

- Matemáticas y estadísticas 9
- Ciencias básicas de ingeniería 12
- Aplicaciones generales de ingeniería 9
- Administración, economía 4
- Programación y sistemas 1
- Temas ferroviarios 20
- Electivas 23

La educación ferroviaria en Portugal

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Oporto (FEUP) y su Centro de Competencia en Ferrocarriles



Figura 17. Formación ferroviaria en la Universidad de Oporto en Portugal

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Oporto (FEUP) cuenta con un Centro de Competencia en Ferrocarriles (CSF – Centro de Saber da Ferrovia) que asocia las competencias de investigadores individuales, unidades de I+D e institutos de interfaz en el campo de los ferrocarriles.

El Centro de Competencia Ferroviaria coopera firmemente con los principales actores ferroviarios nacionales y múltiples socios internacionales.

TEMAS

Interacción dinámica tren-infraestructura; Ruido y vibración; Análisis de pandeo de vías; Análisis de fatiga; Monitoreo del estado del ferrocarril; Sistemas en vía y a bordo; Gestión holística de la energía; Sistemas de tracción y almacenamiento de energía a bordo; Fabricación en materiales compuestos, metales y soluciones híbridas; Diseño para fabricación, montaje y control; Inteligencia artificial; Electrónica integrada en tiempo real; recopilación, procesamiento y comunicaciones de datos; Gemelo digital, simulación y virtualización de ferrocarriles; Gestión inteligente de activos; Planificación de la gestión de redes; Integración Inteligente para movilidad puerta a puerta; Herramientas de huella ambiental y economía circular; Evaluación socioeconómica.

EL Instituto Superior de ingeniería de Lisboa y su posgrado en ingeniería Ferroviaria



Figura 18. Formación ferroviaria en el ISEL de Lisboa en Portugal

El Postgrado de Especialización en Ingeniería Ferroviaria se caracteriza por un fuerte componente práctico, impartido por técnicos altamente calificados y con experiencia acumulada en las subáreas que imparte.

Este curso pretende dar respuesta a las necesidades del país de técnicos cualificados en el área ferroviaria, a través de la formación de profesionales flexibles, con una visión global y detallada en el área de la Ingeniería Ferroviaria, en sus diversas vertientes, permitiendo la adquisición de altos conocimientos técnicos y habilidades, así como la integración y el liderazgo en equipos multidisciplinarios.

Las clases teóricas y teórico-prácticas se imparten fuera del horario laboral, los viernes en la noche y los sábados. Son de tipo presencial en las instalaciones del ISEL. Las clases prácticas incluyen visitas a obras e instalaciones ferroviarias en fechas a convenir, en grupos de cinco a ocho alumnos, durante períodos de cierre de vías.

La matrícula EEF es de 4000 €. (Col \$ 17.432.000) para el programa anual

Tabla 3 Costos del programa en el EEF

Programa	Horas	Semanas	Horas - semana
Ferrocarril	580	48	12
Potencia de catenaria y tracción	310	26	12
Señalización y Telecomunicaciones	256	22	12
Operación y Exploración Ferroviaria	283	24	12
Seguridad ferroviaria	189	16	12

Educación ferroviaria en Alemania

La DB Rail Academy



Figura 19. Formación en la DB Rail Academy

Según lo explicado por Ricardo D. Metze, representante del DB en el HUB Nacional de Ferrocarriles, la DB Rail Academy ofrece transferencias de conocimiento, capacitaciones y entrenamientos para los tres niveles de la pirámide de educación: tomadores de decisiones, técnicos, ingenieros, especialistas, personal operativo. Se trabajan las siguientes áreas:

- Transporte público
- Innovación y digitalización
- Logística
- Habilidades blandas y conocimientos empresariales en sistemas de ferrocarriles

La academia convoca a personas de áreas como la supervisión de construcción, la ingeniería eléctrica, la de conocimientos empresariales a dar pasos en su desarrollo profesional buscando y reservando una formación, programa o curso vocacional con DB Rail Academy. Con opciones de capacitación flexibles y un equipo altamente experimentado, se brindan las habilidades que necesarias para dar forma a sus futuros en el área ferroviaria. La DB Rail Academy se centra en ofrecer cursos de formación a grupos más grandes de empresas. Según el nivel de experiencia y los objetivos deseados, se podrá encontrar entrenamiento ideal. Se invita a elegir y a reservar cursos de formación diversas áreas

Educación ferroviaria en Estados Unidos

Programas universitarios en la University of Delaware, University of South Carolina, Illinois Institute of Technology y The Michigan Tech Transportation Institute (MTTI)



The Railroad Engineering and Safety program at University of Delaware is housed within the Department of Civil and Environmental Engineering. We offer courses to undergraduate, graduate, and professional & continuing education students.

Figura 20. Algunos de los programas de formación ferroviaria en Estados Unidos

Comentarios sobre el tema de la formación ferroviaria en USA

Hablando de títulos universitarios en USA en ingeniería ferroviaria, la mayoría de las escuelas de ingeniería tienen departamentos básicos de ingeniería civil, ingeniería eléctrica, ingeniería electrónica e ingeniería mecánica, aunque algunas de las escuelas de ingeniería más grandes pueden ofrecer disciplinas básicas adicionales como ingeniería química e ingeniería aeronáutica y aeroespacial; Otras escuelas de ingeniería pueden combinar departamentos como el de ingeniería mecánica y aeroespacial. Lo más probable es que el plan de estudios de ingeniería ferroviaria abarque algunas de las disciplinas básicas de ingeniería mencionadas anteriormente, pero no es común que las escuelas de ingeniería establezcan departamentos separados de ingeniería ferroviaria que conduzcan a títulos de licenciatura en ingeniería ferroviaria porque ese campo es demasiado especializado.

Los ferrocarriles que emplean ingenieros titulados probablemente puedan seguir obteniendo los ingenieros que necesitan, capacitados como ingenieros civiles, mecánicos o eléctricos. Esto no quiere decir que los cursos relacionados con aplicaciones de ingeniería ferroviaria no se ofrezcan como optativos o en cursos de educación continua. Con los conceptos básicos de ingeniería, un graduado de una escuela de ingeniería con una licenciatura está equipado para ir a trabajar y aprender algunas de las facetas más aplicadas o especializadas de la ingeniería en el trabajo.

Esto se observa claramente en los siguientes ejemplos.

En la **University of South Caroline** se ofrece un Certificado en Ingeniería Ferroviaria. Este programa de posgrado en ingeniería ferroviaria prepara a los graduados para carreras exitosas en la industria ferroviaria.

A medida que la industria ferroviaria experimenta un crecimiento y una modernización sin precedentes, su fuerza laboral envejece rápidamente y las compañías ferroviarias se apresuran a cubrir puestos, especialmente en ingeniería y campos técnicos afines. Todas las principales compañías ferroviarias, así como las compañías que prestan servicios a la industria ferroviaria, están reclutando a estudiantes universitarios y recién graduados que, a menudo, carecen de formación o experiencia en ingeniería ferroviaria debido a la falta de programas académicos de ingeniería ferroviaria en EE. UU.

Este programa se ofrece a través del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, dirigido a preparar a los graduados para carreras exitosas en la industria ferroviaria y para brindar una ventaja competitiva en el proceso de contratación. El plan de estudios se desarrolló con base en la retroalimentación de la industria ferroviaria sobre las habilidades y cualificaciones buscadas por los nuevos empleados.

Los requisitos de 12 horas de crédito del programa de certificado pueden completarse a través de cursos en línea, lo que permite la inscripción tanto de estudiantes tradicionales como de profesionales en activo. El programa está diseñado para los siguientes grupos:

- Ingenieros júniores que ya trabajan en la industria
- Estudiantes de último año de ingeniería o áreas afines
- Ingenieros de cualquier nivel interesados en incorporarse a la industria ferroviaria
- Ingenieros de cualquier nivel que buscan desarrollo profesional mediante formación continua

El Certificado de Posgrado en Ingeniería Ferroviaria consta de un mínimo de cuatro cursos (12 créditos) de asignaturas básicas y optativas. Los estudiantes cursan una asignatura básica, dos asignaturas optativas de ingeniería ferroviaria y una asignatura optativa de ingeniería o técnica relacionada. Los cursos de ingeniería ferroviaria incluyen los siguientes temas:

Planificación y Diseño de Infraestructura Ferroviaria
Operaciones y Logística Ferroviaria
Diseño de Puentes Ferroviarios y Otras Estructuras
Dinámica de Sistemas Ferroviarios
Proyecto Final de Diseño de Ferrocarriles

La **University of Delaware** ofrece un Certificado de Posgrado en Ingeniería Ferroviaria para estudiantes con una licenciatura y experiencia en ingeniería y análisis de esfuerzos. Cada curso se imparte durante el semestre regular de 15 semanas, en los semestres de primavera y otoño, en línea. Para obtener el Certificado de Posgrado, los estudiantes deben completar tres cursos de posgrado en Ingeniería Ferroviaria, en Seguridad Ferroviaria y Descarrilamiento, en Ingeniería Geotécnica Ferroviaria

Para los profesionales del ferrocarril que aún no hayan obtenido una licenciatura, existen cursos de pregrado disponibles. Cada curso se imparte durante el semestre regular de 15 semanas. Se ofrecen los siguientes cursos en línea: Introducción a los Ferrocarriles, Ingeniería Ferroviaria, Seguridad Ferroviaria y Descarrilamiento, Ingeniería Geotécnica Ferroviaria

Se dispone también de programas de FORMACIÓN PROFESIONAL Y CURSOS CORTOS. En categoría de formación no se basa en créditos académicos, sino que otorga créditos de Unidades de Educación Continua (CEU). La duración de los cursos varía de un día a una semana y se pueden impartir por Zoom, en el campus de la UD en Newark, DE, o presencialmente (para organizaciones específicas). Los temas incluyen: Introducción a la Ingeniería Ferroviaria; Seguridad Ferroviaria y Prevención de Descarrilamientos; Problemas y Mantenimiento/Amolado de Vías; Aplicación de Técnicas de Datos Emergentes en el Mantenimiento Ferroviario; Vía Soldada Continua/Temperatura Neutra de Vías; Introducción a los Sistemas Ferroviarios y de Tránsito para Profesionales No Ferroviarios. El profesorado y el alumnado del programa de Ingeniería y Seguridad Ferroviaria de la Universidad de Delaware realizan investigación avanzada sobre ingeniería, seguridad, operaciones y economía ferroviaria para la industria ferroviaria y del transporte público de Norteamérica e internacional. Las áreas incluyen: Big data en ingeniería y mantenimiento ferroviario; Fatiga y gestión de la vida útil de los rieles; Resistencia y rendimiento de la vía; Seguridad y mantenimiento de desvíos; Seguridad, análisis de riesgos y mantenimiento;

Dinámica e interacción vehículo-vía; Tecnologías de inspección de vías; Optimización de la vida útil de los componentes y costes de mantenimiento; Transporte ferroviario e infraestructura urbana sostenible

The Michigan Tech Transportation Institute (MTTI) ofrece formación ferroviaria que combina cursos, excursiones y proyectos de investigación. Los estudiantes pueden optar a prácticas profesionales, becas y oportunidades prácticas. El Programa de Transporte Ferroviario (RTP) también valora la formación preuniversitaria. Tiene programas que preparan para una carrera en la industria ferroviaria. El RTP es multidisciplinario y ofrece una amplia gama de programas de grado para estudiantes de pregrado.

Los estudiantes pueden cursar una serie de cursos aplicables a la especialización en Transporte Ferroviario o simplemente cursar cursos individuales. Se ofrecen cursos en Introducción al Transporte Ferroviario Sostenible; Ingeniería Ferroviaria; Diseño de Transporte; Gestión de Logística y Transporte

Se cuenta con el *Minor* Especialización en Transporte Ferroviario, que ofrece cursos orientados a la industria ferroviaria y la ingeniería; combinando con habilidades de logística, gestión, liderazgo y comunicación, para satisfacer la demanda de los ferrocarriles, que buscan graduados con habilidades versátiles. Este es un camino hacia convertirse en un ingeniero, gerente y líder de equipo eficaz en diversos puestos del sector. Hay áreas de oportunidad para la ingeniería civil, mecánica o eléctrica.

El **Illinois Institute of Technology** ofrece una especialización (Minor) en Ingeniería Ferroviaria, para estudiantes de Ingeniería, Informática, Matemáticas Aplicadas o Tecnología y Gestión Industrial.

Se deben tomar como mínimo cinco cursos. Dos de ellos obligatorios, Ingeniería y Diseño Ferroviario; Introducción a la Ingeniería y Diseño de Transporte; y al menos tres que se escogen entre los siguientes opcionales: Diseño de Puentes y Estructuras; Diseño de Instalaciones de Sistemas de Transporte; Preocupaciones de Seguridad Nacional en Sistemas de Ingeniería; Introducción a los Sistemas de Información Geográfica; Planificación y Programación de la Construcción; Herramientas Estadísticas para Ingenieros y Optimización Lineal

Educación ferroviaria en Colombia

El autor recogió entre las personas que pertenecen al HUB FERROVIARIO NACIONAL algunas de las experiencias que se tienen en este sentido e investigó en las páginas web de varias universidades.

El ingeniero Leonel Castañeda señala que **EAFIT** y el **Metro de Medellín** ofrecieron hace un par de semestre en la maestría de ingeniería, modalidad profundización (3 semestre), área de mantenimiento, una cohorte en sistemas ferroviarios, desafortunadamente no se alcanzó

el punto de equilibrio y no se pudo dictar. Además, se han creado en el pasado en los proyectos de ciencia y tecnología, cursos de posgrado en modelamiento dinámico de trenes, modelado geométrico de componentes, modelado estructural, caracterización de componentes ferroviarios, monitoreo de la condición de estado, otros. En el semestre 2023-2 se atendió con fondos europeos un curso para estudiantes de maestría de ingeniería civil de la universidad de Varsovia, denominado Mantenimiento y Diagnóstico de infraestructura ferroviaria. También para el Instituto ferroviario de Cracovia se atendieron cursos en el pasado. Se diseñó y es válido en la plataforma del Sena de Pedregal un curso para procesos de soldadura en vehículos ferroviarios para los años 2018. En cursos que se atienden en posgrado y pregrado se introducen ejemplos de tecnología e ingeniería ferroviaria.

El ingeniero Ramiro Márquez, quien fue gerente del Metro de Medellín, comenta que hace años, durante su gestión, logró que se dieran clases, por parte del Metro, sobre Sistemas férreos en la **Universidad de los Andes**. Se advierte en la página web de esta universidad que en junio a julio de 2023 se dictó un seminario de tres módulos, llamado Curso Presencial sobre Ferrocarriles, con un valor total de \$ 4.200.000.

En la actualidad (junio de 2025) se ofrece un curso en la Universidad de los Andes de Desarrollo de infraestructura férrea, con duración de 16 horas, en línea, por un valor de \$ 1.700.000. Se señala en la página web, que, en los últimos 30 años, el país ha desarrollado numerosos y ambiciosos proyectos de infraestructura vial, y en especial, durante los últimos 10 años, ha sido gracias a la figura de las APP. No obstante, conforme a la evolución del país en materia ambiental, urbanística y social, otros modos de infraestructura más complejos, como el ferroviario, toman cada vez mayor relevancia. Por una parte, el transporte férreo de pasajeros toma fuerza en entornos urbanos, con proyectos significativos en Bogotá Región, Cali, Medellín y Barranquilla, de los cuales algunos ya se encuentran en ejecución. Por otra parte, el transporte interurbano de carga, que hasta ahora está en fase de planeación, contempla varios proyectos relevantes con múltiples desafíos. El curso está dirigido a profesionales del sector privado y público en infraestructura que quieran liderar sus organizaciones o los proyectos que estas desarrollan. Profesionales responsables de la planeación y estructuración de proyectos, así como de su contratación y ejecución. Así mismo, estudiantes y profesionales que quieran ingresar al sector de la infraestructura. Se tiene como objetivos desarrollar la capacidad para analizar todas las fases del desarrollo de proyectos férreos, desde su concepción por el sector público hasta su ejecución por el sector privado.

El ingeniero Pedro Botero señala que, en la **Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia**, sede Medellín, se dicta el curso de ferrocarriles tanto en la especialización como en la maestría en ingeniería transporte. Consultando la página web se encuentra el curso FERROCARRILES que tiene por objetivos dotar al alumno de la capacidad suficiente, para desarrollar las competencias en lo que se refiere a: Concebir y estudiar la viabilidad y proyectar sistemas ferroviarios; Redactar los proyectos de construcción de líneas ferroviarias; Dirigir la construcción de obras ferroviarias; Gestionar, conservar, explotar y reparar sistemas ferroviarios; Planificar, promover y gestionar proyectos de sistemas ferroviarios.

La Universidad **Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito**, ofrece en la actualidad un curso de DISEÑO Y OPERACIÓN DE SISTEMAS FERROVIARIOS, como curso de actualización posgrados. Tiene los siguientes contenidos: Generalidades sobre ferrocarriles. Trazado de planta, radios de curvatura. Trazado en perfil longitudinal, pendiente geométrica, pendiente compensada, trocha, sobre ancho de curvas. Normatividad internacional aplicable en el país. Cálculo de elementos de las curvas circulares. Cálculo de elementos de las curvas espirales - ejercicios prácticos. Determinación de curvas verticales. Efecto de la pendiente sobre la capacidad de tracción de la locomotora - ejercicios prácticos. Aparatos de cambiavía. Elementos básicos de diseño de cambiavías. Las estaciones de cruzamiento. Diseño de patios. Talleres. Bodegas. Terminales de carga. Diferentes tipos de rieles. Propiedades mecánicas de los rieles. Traviesas de concreto. Traviesa de madera. Sistemas de fijación de rieles. Puentes de estructura metálica. Cargas de diseño. Normas internacionales. Puentes de estructuras de concreto. Cargas de diseño. Soldadura de rieles. Teoría de la dilatación. Peraltes y velocidades. Desarrollo del peralte. Entre-tangencia. El ciclo de viaje de los trenes. Gráficos. Señalización y comunicaciones. Ruta crítica de trenes. Mantenimiento sistemático de una vía férrea. Programación de ciclos de mantenimiento de una vía nueva. Cálculo de rendimientos y presupuestos de mantenimiento. Rehabilitación y mejoramiento de vías férreas existentes. Operaciones de transporte de pasajeros en tren. Trabajo proyecto sobre diseño ferroviario. Visita técnica inspección a un tramo ferroviario. Economía del transporte.

Como se observa este curso es bastante completo y lo dicta el profesor Julián Silva Tobar. El valor de la inversión es de \$ 2.344.000. Depende del programa de Maestría en Ingeniería Civil, énfasis en tránsito y transporte. Es de modalidad presencial, con una duración de 24 horas en jornada diurna. Se desarrolla entre el 22 de enero y el 14 de mayo de 2025, los miércoles de 7:00 a.m. a 10:00 a.m., en el campus de la Escuela.

En 2022, la **Universidad Javeriana** ofreció un Curso Presencial sobre Infraestructura Ferroviaria, dictado por los profesores Miguel del Sol Sánchez (invitado) y Sandra Milena Rueda, con una duración de 31 horas. Sus contenidos fueron los siguientes: **Módulo 1. Introducción a la infraestructura ferroviaria** (Características y conceptos básicos del sistema ferroviario; Evolución histórica de la infraestructura ferroviaria: pasado, presente y futuro; Análisis del caso particular de la Alta Velocidad; Transporte ferroviario de mercancías; Material móvil y tracción; Control del tráfico ferroviario: señalización y sistemas técnicos). **Módulo 2: Diseño geométrico de la vía** (Trazado; Variables de diseño de una vía ferroviaria; Principales parámetros de diseño en alzado y planta; Calidad geométrica y factores para incrementar la velocidad de circulación). **Módulo 3: Dimensionamiento de la sección ferroviaria** (Principales tipos de sección ferroviaria; Solicitaciones sobre la vía de ferrocarril; Componentes de la sección de la vía; Puntos singulares; Dimensionamiento de la sección y componentes de la vía). **Módulo 4: Construcción de una vía ferroviaria** (Proceso constructivo: etapas y agentes que intervienen; Principales métodos y técnicas constructivas; Equipos y medios empleados en la construcción de vías). **Módulo 5: Explotación de vía** (Funcionamiento y respuesta de la vía; Estabilidad de circulación; Resistencia vertical; Resistencia lateral; Transmisión de vibraciones). **Módulo 6: Mantenimiento de la vía** (Deterioro de la vía: principales formas de fallo; Sistemas de auscultación; Tareas de mantenimiento y conservación de la geometría de

la vía). **Módulo 7: I+D+i aplicada al ámbito ferroviario. Talleres prácticos con enfoque en la prueba**

Comenta el Emiro Díez de la UPB que está rodando la materia de ferrocarriles en la **Universidad de Antioquia** gracias a Andrés Cadavid. Él señala que ha dictado el curso para una cohorte de 33 alumnos. En **UPB** se tiene el curso de Tracción Eléctrica en la Maestría de Ingeniería, que también se puede tomar como electivo en pregrado

6. HACIA EL DESARROLLO DE PROGRAMAS DE EDUCACIÓN FERROVIARIA EN COLOMBIA

En el presente artículo se ha hecho un análisis juicioso de la situación actual de los ferrocarriles en Colombia, en términos de los proyectos que se están planeando, los sistemas que funcionan y los que se están ejecutando. Se señala que se cuenta con un grupo de trabajo el HUB Ferroviario Nacional que puede servir de punto de apoyo para impulsar el desarrollo ferroviario nacional.

Es indudable que se requiere contar con profesionales que tengan altos niveles de conocimiento y de formación, para participar en todas las etapas de los distintos sistemas; igualmente, a medida que se van volviendo realidad los proyectos, será necesario contar con personal técnico y operativo que disponga de las habilidades y los conocimientos necesarios, teniendo muy en cuenta que en la operación de estos sistemas reside buena parte de su éxito, e inclusive, de su rentabilidad y sostenibilidad en el tiempo.

Al observar lo que se ha hecho en distintos países en términos educativos y académicos y al comparar con la situación existente en Colombia, es evidente que no se cuenta con los recursos suficientes para desarrollar todos estos proyectos, ejecutarlos y operarlos, si se desea contar con personal nacional que se encargue de estas tareas. En el pasado fueron importantes los ferrocarriles en el país y de alguna manera se contaba con ingenieros, profesionales, técnicos y operadores que fueron capaces de asumir debidamente las tareas. Pero esta tradición se ha venido perdiendo en el tiempo, dado que solamente existen algunos proyectos que se están operando. La experiencia que se ha tenido con el Metro de Medellín durante sus más de 20 años de operación ha dado lugar a la conformación de un equipo humano altamente preparado, que puede servir como semilla para expandir estas capacidades hacia los nuevos proyectos. De hecho, el Metro de Medellín siempre ha hecho esfuerzos educativos y de formación, desarrollando lo que podríamos denominar Universidad del Metro. Esta es una base para el trabajo, como lo es el esfuerzo que han hecho algunas universidades para desarrollar proyectos investigativos y de formación, con base en cursos especiales, en diplomados y en grupos de investigación. Corresponde al HUB ferroviario y a su comisión académica, el hacer un inventario de estos esfuerzos y de estas capacidades existentes, para proyectar a partir de ellas y a partir de las necesidades una estrategia de naturaleza académica.

En este sentido este artículo pretende proponer algunas estrategias e ideas para que sean debatidas e, idealmente, asumidas por las instituciones educativas, incluyendo las universidades, las instituciones tecnológicas y el SENA, con el apoyo de las entidades que manejan los distintos proyectos ferroviarios que se van desarrollando y que se vuelven operativos.

Ingeniería Ferroviaria

La primera idea que se desea proponer es la de desarrollar un proyecto educativo universitario de ingeniería de los ferrocarriles, como nueva carrera, independiente, en el área de la ingeniería, que ofrezca el título de ingeniero ferroviario, complementado con distintas especialidades según las necesidades que se vayan detectando. Se quiere proponer la idea de que las distintas universidades que pertenecen al HUB se reúnan y diseñen este tipo de programas. Se cuenta con la base suficiente porque todas estas instituciones tienen carreras dedicadas a la ingeniería y por lo tanto cuentan con sistemas de enseñanza de las ciencias básicas de la ingeniería y de las materias transversales típicas que son necesarias para este tipo de proyectos. Será necesario reforzar el programa con un conjunto de asignaturas especializadas en el área ferroviaria que como se ha visto en los ejemplos presentados en este artículo están constituidas por un total de unas 20 materias especiales, específicas del área ferroviaria. Recomendamos observar los ejemplos que aquí se dan y como grupo de universidades estructurar un currículo, armarlo y discutirlo internamente, de tal manera que pueda ser asumido como una tarea conjunta. Este grupo de universidades, que podrían estar conformado por entre dos y cuatro instituciones al menos, para evitar innecesarias duplicaciones y competencias en un mercado como el que actualmente existe en el país en el área de la enseñanza de la ingeniería, que tiene dificultades importantes para conseguir estudiantes, especialmente en el sector privado. Sin embargo, dado que es evidente que se van a presentar distintos ferroviarios que hay que convertir en realidades, se considera que no será difícil explicar adecuadamente a los bachilleres y a los distintos interesados sobre las ventajas de hacer una ingeniería ferroviaria los campos de trabajo los distintos oficios y las perspectivas.

Se considera que esto se puede hacer en el área del Valle de Aburrá o en el área de la Sabana de Bogotá, o inclusive, colaborativamente entre estas dos regiones. Se considera que hay suficiente capacidad y poder educativo en ambas zonas del país, para contar con dos ofertas de ingeniería ferroviaria. En la zona de Bogotá ya se cuenta con experiencia en la Universidad de los Andes, en la Universidad Javeriana y en la Escuela de Ingeniería Julio Garavito, para tratar de integrarse y ofrecer estos programas. En la zona de Medellín se cuenta con la Universidad Pontificia Bolivariana, la universidad EAFI, la Universidad Nacional y algunas otras, como la Escuela de ingeniería EIA, y el Instituto Tecnológico Metropolitano entre otros.

Se propone que durante 2025 y 2026 se haga una tarea conjunta en el seno del HUB ferroviario en la comisión académica para desarrollar estos programas divulgarlos estructurarlos y lograr el apoyo de las vicerrectorías académicas en las instituciones y concebir un esquema conjunto de trabajo que facilite el desarrollo armónico de este proyecto.

Formación avanzada ferroviaria

Sin duda se pueden desarrollar exitosamente programas académicos de formación avanzada que permitan a distintos profesionales de la ingeniería (ingeniería mecánica, civil, eléctrica, industrial, entre otras) desarrollarse como expertos en el área de la ingeniería ferroviaria mediante programas de especialización lo que en Estados Unidos se denominan como Minors. Igualmente se pueden ofrecer programas de maestría y eventualmente programa de doctorado. En este sentido se proponga que haya alianzas entre las instituciones educativas para ofrecer estos programas. Sin embargo, debido a su naturaleza más especializada y al hecho de que se pueden ofrecer de con base en cohortes y ofertas limitadas en el tiempo, existe la posibilidad de que sean desarrollados con éxito de manera individual por las distintas instituciones que acá se han mencionado. En el artículo se presentan abundantes

ejemplos de programas educativos de este tipo en el mundo y de los distintos campos de especialización.

Cursos y diplomados

Todavía a nivel universitario y profesional se puede ofrecer una abundante paleta de cursos y seminarios integrados como diplomados o como cursos independientes de tal manera que los profesionales ya formados y las personas que trabajan en el sector puedan profundizar y prepararse en campos específicos. Se trata de una oferta amplia la que puede hacerse acá y se considera que es de fácil organización, dado que puede ser asumida por las distintas universidades en sus programas de ingeniería y de especialización. Sería de interés que estas actividades se hicieran de manera conjunta entre las universidades, pero nada impide que se haga de manera individual. Lo que sí es importante es que estos cursos sean desarrollados en armonía con las entidades que están a cargo del diseño, la ejecución, la operación y la planeación de los sistemas ferroviarios en el país, tanto en el Ministerio del Transporte como en las distintas regiones y ciudades. Es un campo fértil para encontrar necesidades de cursos el sistema operativo existente en el Metro de Medellín, en el Metro de Bogotá y en los proyectos reales, como Dorada-Chiriguaná y otros que funcionan y que están a punto de empezar a funcionar o estructurarse. Se recomienda que, con base en lo que se ha descrito en este artículo, las distintas universidades se reúnan en el Comité académico, para plantear una serie de títulos para estos cursos y diplomados, de tal manera que se haga una oferta bien estructurada anual, ojalá tratando de que no haya competencia entre las distintas instituciones, sino que se complementen los programas. Sería interesante que desde el HUB ferroviario se divulgaran estos programas y se propusieran y se patrocinaran. De hecho, los miembros del HUB deberían comprometerse institucionalmente y personalmente con la participación en distintos programas de esta naturaleza, muchos de los cuales pueden ser de naturaleza virtual o híbrida para facilitar su ejecución. Se recomienda que durante 2025 y 2026 se proceda a elaborar estos listados y a impulsarlos internamente para lograr contar con una oferta, todo en discusión entre las instituciones educativas y las distintas entidades que hacen parte del HUB.

Formación operativa y técnica

Es importante referirse al trabajo de naturaleza tecnológica y operativa y al entrenamiento de personas en las distintas áreas que acá se han discutido. Se han mostrado casos muy interesantes en Argentina, en México y en Alemania. Se considera que con las capacidades y programas con que cuenta el SENA y con las capacidades en las instituciones universitarias y tecnológicas del país, en debida coordinación con el Metro de Medellín, con el Metro de Bogotá y con los sistemas que se están desarrollando y que operan, se pueda desarrollar la oferta y pensar inclusive en la posibilidad de contar un instituto o con una área especializada dentro del Sena o alguna institución educativa independiente, apoyada por el metro de Medellín el metro Bogotá y algunas de las entidades que operan sistemas para velar por la formación de personal operativo capacitado. En este sentido se recomienda que en el HUB, se hagan listados de los distintos oficios que deben estructurarse y en un trabajo conjunto con el SENA y con las instituciones educativas universitarias, se proceda a hacer estos listados y a diseñar algunos programas y algunas ofertas. Se recomienda explorar algunas alianzas con las instituciones que se mencionan en este artículo u otras existentes para apoyar estos programas.

REFERENCIAS

- [1]. Vía Libre. La educación universitaria en el ámbito ferroviario. <https://www.vialibre-ffe.com/noticias.asp?not=34781> Consultado en 2024
- [2]. UNED. Programas de Postgrado y Desarrollo Profesional con Estructura Modular https://formacionpermanente.uned.es/tp_actividad/actividad/transportes-terrestres Consultado en 2024
- [3]. Centro de Formación del Transporte Terrestre, <https://ffe.es/formacion/> Consultado en 2025
- [4]. Máster en Sistemas Ferroviarios y Tracción Eléctrica, Universidad Politécnica de Cataluña, <https://epsevg.upc.edu/es/estudios/master-en-sistemas-ferroviarios-y-traccion-electrica>, consultado en 2025
- [5]. INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL México. Ingeniería Ferroviaria <https://www.ipn.mx/oferta-educativa/educacion-superior/> Consultado en 2024
- [6]. FERROVIARIA MÉXICO. Plataforma de Proveedores de los sistemas ferroviarios <https://ferroviaria.mx/> Consultado en 2024
- [7]. TÜV Rheinland. Formación Ferroviaria. <https://www.tuv.com/landingpage/en/global-rail/> Consultado en 2024
- [8]. Asaf. Yesid y otros. The Resurgence of Education in Railway and Metro Engineering in Brazil September 20154 DOI:10.3390/socsci4030806
- [9]. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Oporto (FEUP). Centro de Saber da Ferrovia. www.fe.up.pt/csf Consultado en 2024
- [10]. UD Railroad Engineering Program, University of Delaware, <https://railroadengineering.engr.udel.edu/>, consultado en 2025
- [11]. Minor in Railroad Engineering, Illinois Institute of Technology, <https://catalog.iit.edu/undergraduate/colleges/engineering/caee/minor-railroad-engineering/>, consultado en 2025
- [12]. Especialización en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia, facultad de Minas, sede Medellín, en 2025, <https://minas.medellin.unal.edu.co/especializacion-transporte>. Consultado en 2025
- [13]. DISEÑO Y OPERACIÓN DE SISTEMAS FERROVIARIOS, Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, <https://www.escuelaing.edu.co/es/programas/curso-diseno-y-operacion-de-sistemas-ferroviarios/> Consultado en 2025
- [14]. Curso Presencial
- [15]. Infraestructura Ferroviaria, Universidad Javeriana, <https://educacionvirtual.javeriana.edu.co/infraestructura-ferroviaria>, Consultado en 2025