



**INFORME TÉCNICO
ANÁLISIS INTERFERENCIAS PROYECTO
AUTOPISTA CON SISTEMA TREN LIGERO**

Octubre 2024

REVISIÓN:	1	
FECHA:	03/10/24	
ELABORADO	REVISADO	APROBADO
EDB	OHM	FCC
		

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	2
1 INTRODUCCIÓN.....	3
2 EXPERIENCIA DEL CONSULTOR.....	3
3 OBJETIVOS	14
3.1 Objetivo general	14
3.2 Objetivos específicos.....	14
4 DOCUMENTACIÓN RECIBIDA PARA EL DESARROLLO DEL INFORME	14
4.1 SOE Rutas del Este.....	14
4.2 FEPASA	15
5 DEFINICIÓN – TREN LIGERO	15
6 DESARROLLO	18
6.1 Accesibilidad de pasajeros al tren ligero	18
6.2 Autopista en viaducto	18
6.2.1 Obtención, procesamiento y análisis de datos	18
6.2.2 Interferencia pilas en viaducto con faja vía	22
6.2.2.1 Ingreso de faja vía al viaducto	22
6.2.2.2 Bifurcación del viaducto por sobre la faja vía.....	24
6.2.2.3 Paradas bajo el viaducto	26
6.3 Cruces a nivel con y sin rotonda.....	29
7 análisis específico de LAS INTERFERENCIAS señaladas	34
8 CONCLUSIONES	41
ANEXOS.....	42
A EXPERIENCIA ADICIONAL FERROVIARIA EN TRANVÍAS Y LTR	42
B CERTIFICADOS DE EXPERIENCIA FERROVIARIA.....	43

1 INTRODUCCIÓN

El presente proyecto correspondiente a Acceso Interconexión Yparacaí-Areguá-Luque en Ruta PY02 de Sacyr, el cual será analizado en conjunto con la implementación de un tren de tipo tren ligero convencional que aproveche parte del corredor ferroviario existente en la ribera sur del lago Ypacaraí. Ello presenta significativas ventajas para el desarrollo turístico e inmobiliario de la zona.

Una parte importante de este informe es verificar que la implementación de este proyecto vial no comprometa ni condicione el posible desarrollo ferroviario que puede consistir en un tren ligero como el presentado en los informes de ECS Consult y Fepasa, además de que también pueda contener a futuro un ferrocarril de mayor envergadura.

El objetivo central de este documento dice relación con verificar que los principales criterios de diseño que se están utilizando en la elaboración de la ingeniería conceptual del tren y la ingeniería básica de la autopista sean consistentes entre sí y que los parámetros técnicos fundamentales permitan este citado desarrollo futuro. La verificación se centra en el trazado ferroviario, los gálibos y pesos del material rodante que este trazado permitirá, la definición de cruces a nivel o a desnivel y la accesibilidad a las estaciones o paraderos que se proyecten.

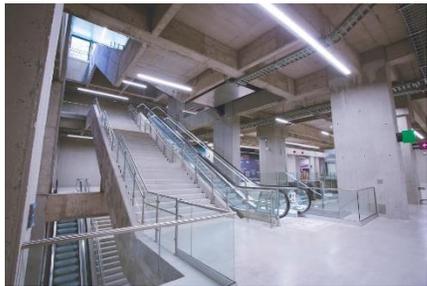
La actual faja de vía o de servicios cuenta con una anchura promedio de 28 m, lo que permite ciertas libertades en cuanto a desplazar el eje de las nuevas vías que se proyecten, con relación al antiguo. Las nuevas vías, de ser 2, ocuparían un ancho mínimo de 9 m, considerando la postación necesaria para las líneas de contacto o catenarias y otros servicios del tren.

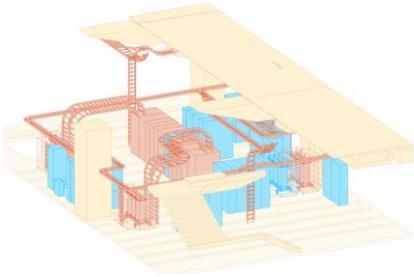
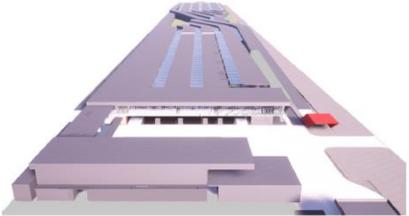
También, la ingeniería debe verificar la accesibilidad vehicular hacia las estaciones y paraderos y la accesibilidad peatonal desde y hacia ambos lados de la vía, situación que debe ser verificada en la ingeniería conceptual.

Este informe contiene experiencia propia en diseños de sistemas ferroviarios y fotos con soluciones tipo utilizadas en distintos países. Se espera dar propuestas factibles que permitan a ambos proyectos coexistir y funcionar de forma paralela.

2 EXPERIENCIA DEL CONSULTOR

IDOM realiza, en la actualidad, servicios de ingeniería de proyectos complejos en diferentes países y que involucran diversos tipos de proyectos ferroviarios, como son proyectos de trenes de cercanía, trenes de carga, trenes ligeros y de alta velocidad. Es por ello que se aportan algunas referencias de trabajos realizados o en curso de realización en de grandes proyectos de infraestructura de los últimos 20 años.

	<p>Ingeniería de Detalle de Estaciones de la Línea 6 de metro de Santiago, Chile</p> <p>Proyecto que incluye el desarrollo a nivel de detalle de las obras civiles y arquitectura de 10 estaciones de la Línea 6 de Metro de Santiago, existiendo en la práctica totalidad de las mismas conexiones con otras líneas de metro. Las estaciones proyectadas son Cerrillos, Lo Valledor (conexión con Nos Xpress-EFE), Club Hípico, Franklin (conexión L-2), Bio-Bio (Conexión L-1 en superficie), Estación Nuble (conexión L-5), Estadio Nacional, Nuñoa (Conexión L-3), Inés de Suárez y Los Leones (Conexión L-1).</p>
	<p>Estudio Mejoramiento Conectividad Estación Bío Bío Línea 6, Chile</p> <p>El objetivo final de este estudio fue elaborar una propuesta para la Estación de Metro Bio Bio de Línea 6, que a nivel de prediseño diera solución en el corto, mediano y largo plazo, identificando el grado de intervención y profundidad del análisis esperado del área, respetando las funcionalidades y usos de los diversos modos de transporte que confluyan y el entorno urbano propio de ella.</p>
	<p>Tranvía de la Avenida 80, Medellín, Colombia</p> <p>El proyecto realizado por IDOM consistió en el desarrollo de la ingeniería de detalle de línea del tranvía de la avenida 80. La longitud de la vía es 13,5 km, talleres y cocheras. El proyecto consistió en trazado en planta y de perfil, diseño de estaciones y parada, análisis de sensibilidad de los edificios ante ruidos y vibraciones, definición y diseño al taller y patios (cocheras), diseño de sistema de comunicación, diseño de sistema de electrificación (incluyendo subestaciones de tracción), diseño de sistema de señalización, gestión de tráfico, gestión y control de energía.</p>
	<p>Transporte masivo Tranvía de los Cuatro Ríos en Cuenca, Ecuador</p> <p>El proyecto realizado por IDOM consistió en el desarrollo de la ingeniería básica del tranvía de Cuenca (Ecuador). Entre los trabajos realizados por IDOM <i>son instalaciones ferroviarias.</i></p>

	<p>Primera línea de tranvía de la ciudad de Constantina, Argelia</p> <p>El proyecto realizado por IDOM consistió en el desarrollo de la ingeniería básica, ingeniería de detalle, así como la asistencia técnica a la dirección de obra, puesta en servicio e integración con la línea existente Argelia. El proyecto fue la extensión de la primera línea de tranvía de la ciudad de Constantina, Argelia. Dentro de las actividades desarrollada por IDOM incluye el Material rodante e instalación ferroviaria y no ferroviarias y la coordinación para la puesta en servicio de la extensión.</p>
	<p>Consultoría para el diseño preliminar, diseño de licitación, detallado y evaluación de licitaciones para la Línea 4 del MRT de Manila, Filipinas (En desarrollo actualmente, cerrando los diseños preliminares)</p> <p>El MRT4 es un sistema ferroviario de transporte público destinado a dar servicio al lado este de Metro Manila, incluidas las zonas densamente pobladas de la provincia de Rizal. La MRT4, tendrá una longitud aproximada de 16 km, con 11 estaciones y un complejo destinado a talleres y cocheras. En su mayoría la línea IV se construirá sobre viaducto, contará con un sistema de distribución de energía en 20kV y 1500 CC destinado a tracción a través de línea aérea de contacto, el Metro operará bajo tecnología CBTC y estará equipado con puertas de andén de baja altura, ascensores, sistemas de apoyo a la explotación tales como megafonía, SIP y CCTV entre otros.</p>
	<p>Ingeniería Básica y de Detalle para la Ampliación del Taller Lo Ovalle, Metro de Santiago, Chile</p> <p>Los servicios de ingeniería tienen como objetivo fundamental el diseño de las ampliaciones y mejoras al taller, según los requerimientos de infraestructura necesarios para la ampliación de la flota (fosos, vías, energía, equipos, talleres, bodegas), regularizar y modernizar las instalaciones que datan del año 1978 para adecuarlos a las nuevas exigencias normativas (cableado, instalaciones de alcantarillado y aguas lluvia y medidas de mitigación acústicas entre otros). A través de modelos BIM que permitan conocer y resolver todas las interferencias al inicio de la etapa de ingeniería básica y además entregue toda la información necesaria para la tramitación ambiental del proyecto.</p>

	<p>Ingeniería Conceptual Ampliación Talleres Lo Ovalle Línea 2, Chile</p> <p>El proyecto comprende el desarrollo de Levantamientos y/o Estudios Complementarios e Ingeniería Conceptual que analicen el mejoramiento funcional del Taller, desarrollando soluciones factibles que incorporen análisis técnico-económico, además de respetar la normativa vigente y considerar la normativa aplicable en cada caso.</p>
	<p>Diseño de detalle. Línea 3 De Riad, Arabia Saudí</p> <p>La ciudad de Riad acomete de manera simultánea la construcción de seis líneas de metro. La de mayor longitud, la Línea 3, atraviesa la ciudad en dirección este-oeste, a lo largo de 41 km, de los cuales 26 km son viaductos y 6 km túneles, con 22 estaciones, 2 edificios de talleres y cocheras, 6 estacionamientos para usuarios y 2.000.000 m2 de actuaciones paisajísticas y urbanas necesarias para la integración de la infraestructura en la ciudad. IDOM-SKAVA ha sido responsable de su diseño.</p>
	<p>Proyecto de extensión de la Línea de Metro de Argel entre Ain Naadja – Baraki, Argelia</p> <p>La Línea 1 del Metro de Argel, actualmente en explotación, presenta una longitud de 17,58 km y 18 estaciones, con andenes laterales de 115 m de longitud. La extensión Ain Naadja – Baraki tiene una longitud de 6 km aproximadamente, y permitirá la accesibilidad al centro de Baraki, actualmente saturado.</p> <p>Está prevista la construcción de 6 nuevas estaciones en esta extensión. Puntos singulares del proyecto destacan, además del cruce con la línea ferroviaria SNTF, el cruzamiento del valle del Oued El Harrach y la Autoroute Est-Ouest.</p> <p>Incluye la definición de trazados, estudios de explotación, de ingeniería civil y de integración urbana, de la superestructura de la vía, alimentación eléctrica, señalización ferroviaria, telecomunicación, comandos centralizados y equipamientos electromecánicos diversos.</p>



Proyecto Constructivo de la Línea 1 del Metro de la Ciudad de Bogotá, Colombia

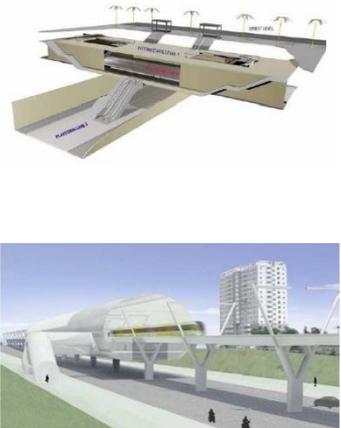
Diseño Básico Avanzado de una línea de Metro subterránea de 26,4 km de longitud, entre la estación Portal de las Américas y la estación de la Calle 127, con 28 estaciones, incluyendo obra civil, cocheras y talleres, sistemas y material móvil. De cara a la licitación de Proyecto Constructivo y Obra.

El resultado de los diseños son 27 productos y comprende las siguientes etapas:

Etapa 1. Obra Civil-Infraestructura: Diseño geométrico, Túnel, Talleres y Cocheras, Estaciones. Incluye Estudio de Alternativas entre las estaciones Primero de Mayo y San Victorino.

Etapa 2. Amueblamiento y dotación de la infraestructura: Urbanismo, arquitectura e instalaciones de estaciones, Talleres y cocheras (distribución funcional), instalaciones ferroviarias y no ferroviarias.

Etapa 3. Adquisición de Material Rodante-Costos de Operación

	<p>Proyecto de la Línea 5 del Metro de Ho Chi Minh City, Vietnam con una longitud de 27 km, toda ella atravesando una zona urbana muy densamente consolidada.</p> <p>Línea 6 del metro de Ho Chi Minh City, Vietnam con una longitud de 6 km y con 6 estaciones subterráneas, toda ella atravesando una zona urbana muy densamente consolidada.</p> <p>Con una población de 6,2 millones de habitantes Ciudad de Ho Chi Minh se encuentra inmersa en un importantísimo proceso de adaptación y cambio a las necesidades de una gran metrópoli que se espera se convierta a medio plazo en un centro económico y financiero de referencia en el Sudeste asiático. El desarrollo en curso de la ciudad está provocando, entre muchos otros cambios, un rápido crecimiento del transporte privado a motor. Por su parte el sistema de transporte público actual basado sobre todo en el autobús resulta insuficiente e inadecuado para atender a la creciente demanda. En este contexto se sitúa la planificación de un nuevo sistema de transporte urbano de carácter público que significaría la implantación de una completa red de metro de seis líneas, tres líneas periféricas de metro ligero y tranvía, y la nueva estructuración de la red de autobuses urbanos.</p>
	<p>Proyecto constructivo de la línea 3 del Metro de Sevilla, España</p> <p>Construcción de la Línea 3 del metro ligero de Sevilla que conecta las barriadas de Pino Montano y Bermejales.</p> <p>El trazado, que tiene una longitud total de 13,2 Km, es en vía doble y la mayor parte del tramo es subterráneo.</p> <p>El proyecto incluye, además de un ramal de desvío hacia talleres y cocheras, el diseño de 19 estaciones y 2 intercambiadores con la futura Línea 4 del Metro de Sevilla.</p> <p>También se proyectan los talleres y cocheras, así como las instalaciones tanto ferroviarias como no ferroviarias.</p>



Proyecto de trazado de la nueva Línea 12 de Metro de Barcelona, España

Tramo: Castelldefels- Sant Boi de Llobregat-Sarrià.

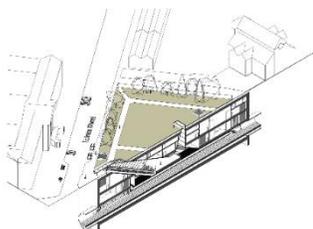
La línea tiene una longitud total de 26 km de longitud con 23 estaciones y dará servicio a una población estimada de 500.000 habitantes.

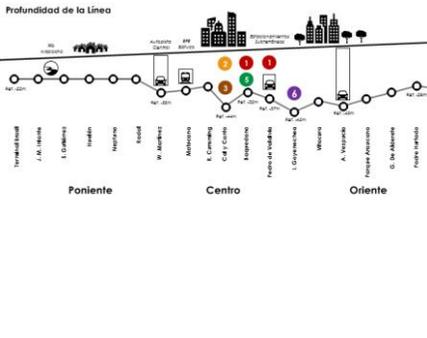
El trazado en toda su longitud está diseñado para una velocidad máxima de 90 km/h, variando en función de las limitaciones de cada tramo. La sección constructiva propuesta es en túnel mediante dos tecnologías constructivas: ejecución con tuneladora y ejecución de falso túnel entre pantallas. Las estaciones han sido previstas con dos tipologías constructivas: construidas en caverna y entre pantallas.



Proyecto MetroLink, primera Línea de Metro, Irlanda

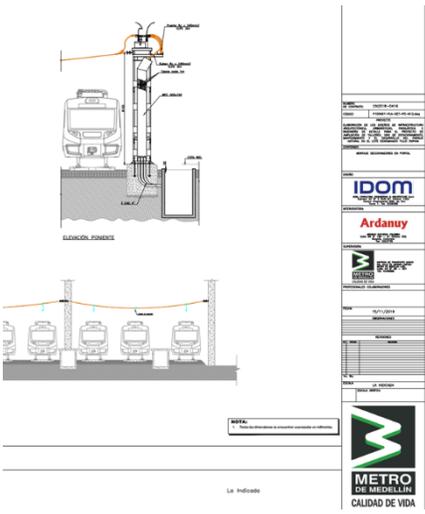
IDOM está desarrollando el Proyecto MetroLink, primera Línea de Metro en Irlanda. Con un enfoque de Misión Completa (esto es, nuestro alcance incluye todos los componentes de la infraestructura que componen el Sistema más los desarrollos de diseño adicionales y necesarios para completar el alcance, tales como utilidades, desvíos de tráfico, medioambiente, planificación de la inversión y de la puesta en obra y operación, etc.) nuestras tareas abarcan desde el Diseño Preliminar a la Puesta en Servicio. MetroLink tendrá 19 km de longitud y 19 estaciones, discurriendo en su mayor parte soterrado. Este Proyecto se está desarrollando en su totalidad bajo la modalidad BIM Level 2, incluyendo la capacidad Data Asset Management, de importancia primordial para contribuir a una adecuada mantenibilidad de la infraestructura.



	<p>Validación de las instalaciones al respecto de la Línea 10 del Metro de Barcelona, España</p> <p>Los expertos de IDOM en ventilación de túnel están llevando a cabo la validación de las instalaciones al respecto de la Línea 10 del Metro de Barcelona, una bifurcación de la Línea 9 que forma parte del mismo Proyecto. Esta actividad es el corolario a muchas otras en las que hemos tenido la oportunidad de desarrollar el diseño y supervisión de la puesta en obra de elementos como los que siguen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 13 estaciones soterradas - Varios tramos de túnel ejecutados con TBM – EPBS. - Sistema de electrificación ferroviaria (Proyecto Básico para implantación de la Catenaria Rígida) - Sistema de Ventilación (Diseño Básico y Guía para el Diseño de Detalle) - Procedimiento de operación y trasiego de pasajeros de estaciones profundas (hasta 70 m de profundidad) mediante ascensores de alta capacidad en evitación de la implantación de escaleras mecánicas - Otras actuaciones menores.
	<p>Asesoría Especializada para la Ingeniería y Construcción del Proyecto Línea 7 de Metro de Santiago, Chile</p> <p>El alcance considera los trabajos de: asesoría de gestión de la ingeniería, ingeniería de contraparte, asesoría de medio ambiente, coordinación de obras, coordinación y gestión de cambios de servicio, gestión de expropiaciones, planificación y control de proyectos.</p>
	<p>Asesoría Especializada para la Ingeniería del Proyecto DE Extensión de Línea 6 de Metro de Santiago, Chile</p> <p>El alcance considera los trabajos de: asesoría de gestión de la ingeniería, ingeniería de contraparte, asesoría de medio ambiente, gestión de expropiaciones, planificación y control de proyectos.</p>

	<p>Asesoría de gestión y apoyo técnico a la gerencia para proyecto mejoramiento integral de la infraestructura ferroviaria. Tramo: Santiago – Batuco, Chile</p> <p>El contrato abarca el gerenciamiento del proyecto de ingeniería, gestión de contratos, apoyo en procesos de licitación de obra y en la inspección técnica de la obra, y demás actuaciones administrativas. Dada la especialización del contrato, es reseñable el apoyo de IDOM en el fortalecimiento de las habilidades gerenciales y técnicas del cliente.</p> <p>Estos trabajos se desarrollan para una línea ferroviaria de 27 km de longitud, con un túnel de 1,2 km, 5 puentes ferroviarios mayores con longitudes de entre 30 y 60 m, 7 estaciones y 45 obras de arte y puentes menores.</p>
	<p>Inspección técnica para el montaje, pruebas y puesta en servicio de los sistemas y equipamientos de las líneas de Metro de Santiago 6 y 3, Chile</p> <p>Asesoría para la inspección técnica, seguimiento y gestión del contrato del montaje, pruebas y puesta en marcha y recepción provisional para los sistemas y equipamientos de las líneas de metro indicadas, con una longitud acumulada de 37 km, aproximadamente. Además, se han realizado labores de fiscalización en relación con el material rodante: control de su fabricación (CAF), así como revisión de pruebas de aceptación de fabricación (FAT) del mismo (37 trenes de longitud 120 m, con un total de 185 coches), seguimiento a los procedimientos de descarga de material rodante y de prevención de riesgos en el terreno, así como a las pruebas de integración de material rodante con el resto de los sistemas.</p>
	<p>Línea ferroviaria Vezneciler-Edirnekapi-Eyup-Gop-Sultangazi, Turquía</p> <p>El proyecto realizado por IDOM consistía en el desarrollo de la ingeniería de detalle de línea ferroviaria Vezneciler-Edirnekapi-Eyup-Gop-Sultangazi, Turquía. Este proyecto consistió en 17 km de túneles, 15 estaciones soterradas y un complejo para talleres y cocheras. Algunos de los proyectos desarrollado por IDOM fue: <i>Sistema de suministro de energía, catenaria, señalización (CBTC-GO4) y comunicaciones. Sistema de ventilación. Material Rodante.</i></p>

	<p>Inspección Técnica de Obras Construcción OO.CC. Cocheras Vespucio Norte Línea 2 e Intermodal Los Libertadores Línea 3, Metro de Santiago, Chile</p> <p>Las Cocheras de Vespucio Norte (Línea 2) contemplan: accesos, caminos internos, bodegas generales, edificios técnicos y administrativos, un galpón de cocheras para el resguardo de trenes, además del haz de vías, trincheras y un túnel de 324 m de extensión que conectará el recinto de Cocheras con la estación terminal Vespucio Norte.</p> <p>La estación de Intercambio modal de Los Libertadores abarca los accesos, cierros, zonas de regulación de buses, zona buses interurbanos y zona buses urbanos.</p> <p>Los trabajos incluyen: aseguramiento de la calidad de las obras civiles, seguimiento y control del programa de construcción de obras, seguimiento y control al presupuesto de obras, control de interfaces entre obras civiles y sistemas, salud y seguridad en el trabajo, medioambiente y reportabilidad</p>
	<p>Inspección Técnica. Extensión Línea 2, Metro de Santiago, Chile</p> <p>El proyecto cuenta con una extensión de 5,1 km de túneles construidos bajo el método NATM con 4 estaciones. En el proyecto de la Línea se incluyen las OO.CC, los sistemas ferroviarios (vía de rodado neumático, alimentación eléctrica por tercer riel, señalización, comando centralizado, comunicación, pilotaje automático, ventilación forzada, peajes, escaleras mecánicas y ascensores), la adecuación de sistemas en línea existente (energía, comunicaciones y SCADA) y los sistemas ferroviarios de las Cocheras de Vespucio.</p> <p>Los trabajos incluyen: aseguramiento de la calidad, seguimiento y control del programa de construcción, seguimiento y control al presupuesto, control de interfaces entre obras civiles y sistemas, salud y seguridad en el trabajo, medioambiente y reportabilidad</p>

	<p>Línea de alta velocidad Sevilla - Huelva. Tramo 1: Majarabique - Valencina de la Concepción. España.</p> <p>El proyecto realizado por IDOM consistió en el desarrollo de la ingeniería de detalle de línea de alta velocidad Sevilla- Huelva. Este proyecto consistió en 7,92 km de longitud de vía doble y 12,45 km de vía sencilla. Algunas de las disciplinas que participaron en proyecto han sido: Electrificación, Trazado, superestructura de vía y movimiento de tierras e Instalaciones de Seguridad y Comunicación.</p>
	<p>Ampliación de talleres y cochera Tulio Espina, Medellín, Colombia</p> <p>Desarrollo de la ingeniería básica y de detalle del proyecto de ampliación de talleres y cocheras del patio Bello del metro de Medellín, proyectado en el lote denominado Tulio Ospina. El proyecto involucro arquitectura, estructuras y todos los sistemas ferroviarios.</p>
	<p>Proyecto Ferrocarril Central Montevideo-Paso Los Toros, Uruguay</p> <p>El proyecto consistió en el desarrollo de los trabajos de ingeniería de detalles incluidos en el alcance con la etapa de diseño previo y las etapas de diseño del proyecto de Ejecución y de Construcción.</p>
	<p>Mejoramiento integral de la infraestructura ferroviaria, tramo Santiago – Rancagua, Chile</p> <p>El proyecto realizado por IDOM consistió en el desarrollo completo de la ingeniería básica y de detalle del nuevo haz de vías ferroviarios, incluyendo estaciones, Talleres, obras civiles en el tramo Santiago – Nos, 4 vías (22 km c/u) y las estaciones y obras civiles en el tramo Nos – Rancagua, doble vía (58 km c/u).</p>

A modo complementario, en los anexos Anexos A y B, se presenta otro listado más resumido de experiencia que incluyen algunos de los proyectos enunciados en los párrafos anteriores y sus respectivos certificados entregados por los clientes.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Corroborar la coexistencia armoniosa de los proyectos Acceso Interconexión Yparacáí-Areguá-Luque en Ruta PY02 de Sacyr y de un tren ligero, del cual hay pocos antecedentes.

3.2 Objetivos específicos

- Estudiar las interferencias críticas, mencionadas por FEPASA en su informe, tales como: accesibilidad de los usuarios al tren ligero y cruces a nivel, para luego emitir comentarios y proponer posibles soluciones.
- Entregar información geométrica de cabida del material ferroviario.

4 DOCUMENTACIÓN RECIBIDA PARA EL DESARROLLO DEL INFORME

4.1 SOE Rutas del Este

- Propuesta de Diseño para Estaciones (1 documento)
- Ubicación en planta de Estaciones (1 documento)
- Comentarios a la planilla de observaciones de FEPASA (1 documento)
- Normativa ADIF referente a catenaria (1 documento)
- Secciones de opciones de sustentación de catenaria (1 documento)
- Planta General en KMZ (1 archivo)
- Estudio de gálibo debajo del viaducto sobre la vía existente (1 documento)
- Informe “Análisis Interferencias Proyecto Autopista con Sistema Tren Ligero” (1 documento)
- Información tráfico y velocidad carretera (1 correo)
- Planta geométrica de implantación de pilas del viaducto (1 documento)
- Geometría de las pilas del viaducto (1 documento)

4.2 FEPASA

- Informe de mayo 2024 “Análisis e Identificación de Interferencias del Proyecto ‘Acceso Interconexión Yparacai-Aregua-Luque’ en Ruta PY02 Conexión San Bernardino’ sobre el Proyecto de Tren de Cercanía Asunción-Yparacai” (1 documento)
- Archivo KMZ “Estaciones” con ubicación de las posibles estaciones y paradas del ferrocarril (1 archivo)
- Archivo Excel “Interferencias Proyecto MOPC – Tren Ligero” (1 documento)

5 DEFINICIÓN – TREN LIGERO

Tren ligero es una designación que suele usarse para vehículos ferroviarios destinados al transporte de pasajeros, cuya característica principal es que pueden coexistir insertos en la vialidad de la ciudad. Si bien estos materiales rodantes se construyen para alcanzar velocidades de 70 a 80 km/h, la velocidad de operación no alcanza los 30km/hora.

La infraestructura asociada a este tipo de transporte, en especial los paraderos, la electrificación y señalización son bastantes menos complejas que los materiales rodantes clásicos.

Debido a que el tren ligero es un símil a un autobús, no existe el concepto de estación de pasajeros, sino por el contrario, se homologa el concepto de paradero, con libre acceso.

La electrificación utiliza la catenaria tranviaria la cual se caracteriza por tener una rigidez bastante menor a las líneas aéreas de contacto convencionales.

La señalización ferroviaria y la regulación y control de incidencias se realiza en forma local, desde la cabina de conducción, a través de algunos sistemas de ayuda a la conducción la cual se desarrolla en forma manual a través de un maquinista.

Estas dos últimas características hacen que operacionalmente el tren ligero no pueda alcanzar velocidades mayores a la ya descrita.

Los trenes ligeros pueden ocupar la misma calzada que la vialidad, sin perjuicio de ello, la tendencia actual es segregar sutilmente la franja de circulación, esto mediante cierres verdes o soleras. Es tan sutil esta segregación que las personas pueden cruzar en cualquier parte la franja de circulación.

Contrariamente a los trenes convencionales, las velocidades de circulación de los trenes ligeros son reguladas por las ordenanzas municipales e incluso no siempre tienen la prioridad en el tráfico, teniéndose que acomodar a las fases de regulación viaria.

Por estas razones, no es inusual que se dispongan rotondas para resolver los cruces, semáforos o una mezcla de ellos, pudiendo incluso quedar el tren ligero en el interior de la rotonda esperando la próxima sincronización de la semaforización vial, condición muy similar a un autobús.



Figura 5.1: Tren ligero en Zaragoza, el bus se detiene sobre los rieles



Figura 5.2: Tren ligero en Zaragoza, los rieles son parte de la vía y se generan cruces sin necesidad de barreras o semáforos.



Figura 5.3: Tren ligero en Zaragoza

6 DESARROLLO

A continuación, se presentan tres subsecciones donde se estudian los antecedentes críticos mencionados en el informe FEPASA: accesibilidad, viaducto y cruces (a nivel).

6.1 Accesibilidad de pasajeros al tren ligero

FEPASA plantea que en zonas donde ambos ejes (carretera y vía ferroviaria) estén a nivel, la autopista genera una segregación con el tránsito peatonal, haciendo que éstos no puedan transitar de hacia los paraderos o cruzar la carretera.

Dependiendo de las condiciones de la vialidad, tales como velocidad y flujo vehicular, se pueden habilitar semáforos, señalética, entre otros elementos pasivos de reducción de velocidad. En casos extremos donde la velocidad no pueda ser disminuida, se pueden implementar pasos bajo nivel de la carretera a modo de favorecer el acceso ininterrumpido de los peatones

Estos pasos pueden quedar cerrados fuera del horario de explotación, quedando solamente como un atraveso fuera del paso de la vialidad.

Se considera que esta opción presenta mejor costo-beneficio, ya que evita que los peatones pasen sobre los autos (en pasarelas, por ejemplo), por lo que no podrán arrojar objetos o incurrir en actos de vandalismo de cualquier índole, pudiendo afectar a los vehículos que circulen por la autopista.

6.2 Autopista en viaducto

6.2.1 Obtención, procesamiento y análisis de datos

Se hizo un análisis de los antecedentes compartidos (sección 3), de los cuales los más provechosos para el desarrollo del estudio de interferencias de pilas fueron el diseño geométrico y el emplazamiento en planta de las pilas.

Con la información correspondiente a los ejes viales, plantas y emplazamiento de las pilas y la geometría de las pilas del viaducto se pudo extraer la información para el análisis de alturas y gálidos requeridos entre el tren ligero y la carretera.

De esta forma, para determinar la cabida del tren ligero bajo el viaducto fueron revisados dos aspectos: el gálibo del material rodante y el sistema de electrificación.

Para el gálibo se utilizó uno obtenido de la base de datos de IDOM, éste corresponde al gálibo dinámico de un metro tradicional, por lo que sus dimensiones de seguridad son mayores a las de un tren ligero, lo que proporciona un análisis más conservador.

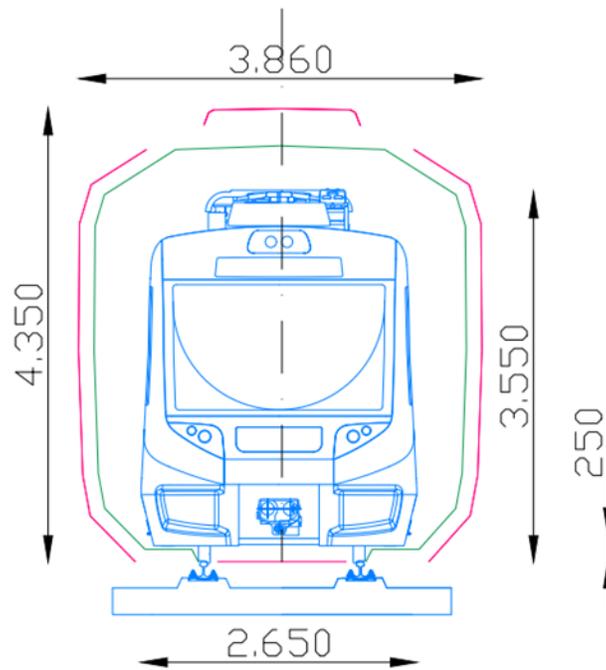


Figura 6.1: Dimensionamiento gálibo

Para la electrificación debe tenerse presente dos aspectos fundamentales, el primero es conocer la topología de la línea aérea de contacto a utilizar y, el segundo, es la altura del hilo de contacto.

Como se explicó anteriormente, para trenes ligeros, la línea aérea de contacto es de tipo tranviaria, la cual consta de un único hilo de contacto soportado mediante unos tirantes en forma de delta, tal como se muestra en la figura 5.2. Esta topología requiere una altura inferior (1 m) respecto a las líneas convencionales.

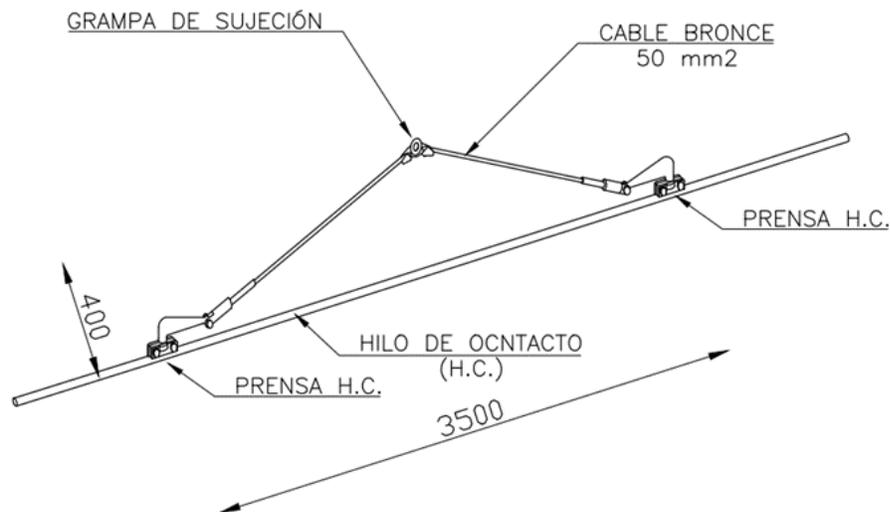


Figura 6.2: Topología catenaria para tren ligero

La altura del hilo de contacto respecto al plano medio de rodadura para este tipo de materiales rodantes se encuentra en el rango de 5 m a 5,75 m, tal como muestra la Tabla 1 de la norma EN 50367, la cual se expone a continuación:

Tabla 1 – Rangos de alturas nominales del hilo de contacto para sistemas en corriente alterna y corriente continua

Velocidad de línea v (km/h)	$v \leq 200$	$200 < v < 250$	$v \geq 250$
Rango de alturas nominales del hilo de contacto [m]	de 5,0 a 5,75	de 5,0 a 5,5	de 5,08 a 5,3

Figura 6.3: Extracto Tabla 1 – EN 50367 para el dimensionamiento de la altura del hilo de contacto

Para este estudio se ha considerado una altura de 5,1 m lo que requiere una altura libre entre la cabeza del riel y el soporte de la línea aérea de contacto de al menos 6 m.

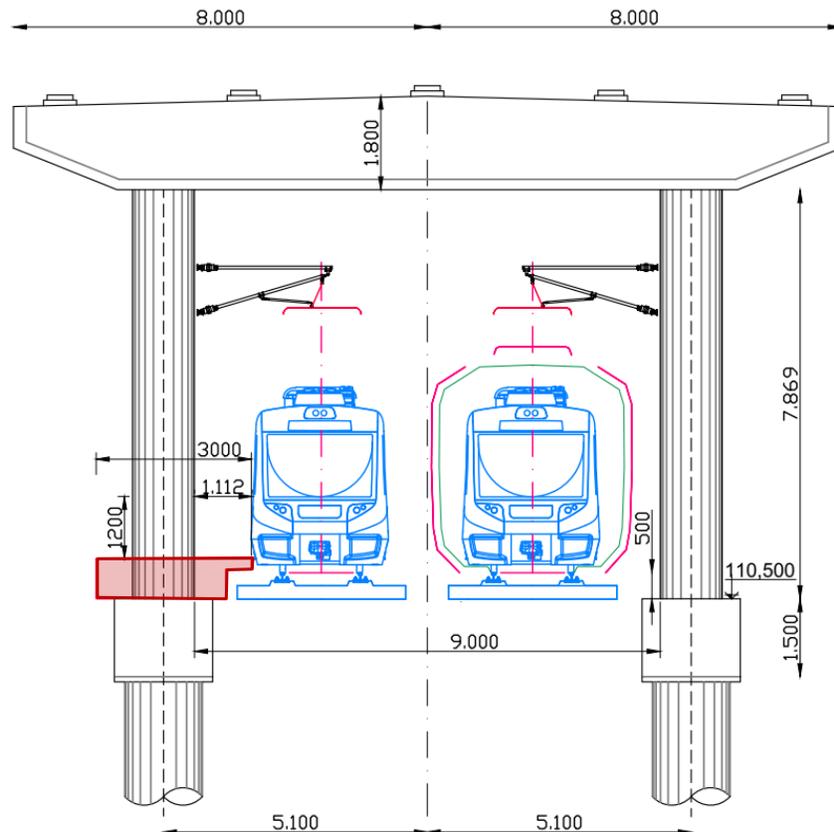


Figura 6.4: Distancias de infraestructura y material rodante bajo el viaducto. Topología catenaria tranviaria. Se usa como referencia la pila 56.

Otra alternativa para la electrificación aprovechando las columnas es el uso de funiculares tal como se expone en las figuras 5.5 y 5.6.

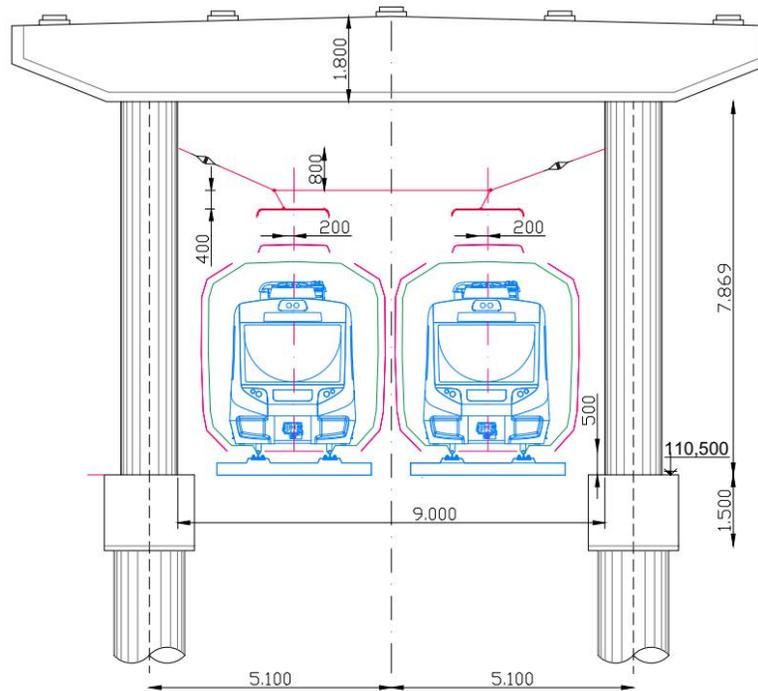


Figura 6.5: Alternativa de topología de catenaria con funicular desde las pilas. Se usa como referencia la pila 56.



Figura 6.6: Catenaria aplicada en tren ligero Zaragoza, España.

6.2.2 Interferencia pilas en viaducto con faja vía

Se plantea que la incorporación del tren ligero debajo del viaducto de la autopista no presenta un problema, garantizando que ambas infraestructuras puedan convivir de manera armoniosa y sin generar interferencias.

Es crucial considerar un uso eficiente de los espacios disponibles bajo el viaducto. Por ello, el estudio de interferencia evaluará diversos factores clave: el trazado de la vía del tren ligero, el trazado de la autopista y el posicionamiento de las pilas proyectadas como soporte del viaducto. Cada elemento debe analizarse cuidadosamente para asegurar que no haya conflictos estructurales ni operativos entre ambos sistemas.

Como punto de partida, en el apartado 5.2.1 del presente documento se demostró que los gálibos del tren ligero, en un caso bastante desfavorable, tienen cabida sin problemas en un espacio de 9 m de ancho. Esto implica que, incluso en las condiciones más desfavorables, el espacio disponible bajo el viaducto es suficiente para acomodar el tren ligero sin comprometer la seguridad o la funcionalidad de éste.

A continuación, se presentan dos casos específicos para demostrar que lo planteado es factible. Estas singularidades han sido seleccionados para ilustrar cómo se puede integrar el tren ligero bajo el viaducto. El objetivo es corroborar que el diseño de pilas propuesto es adecuado para las necesidades del tren ligero, y por ende que es posible lograr una integración efectiva y eficiente de ambos sistemas.

6.2.2.1 Ingreso de faja vía al viaducto

Esta singularidad muestra que el tren ligero, aproximadamente en el PK 27+100, debe realizar la transición desde un costado del viaducto hasta posicionarse debajo de este. Este tramo del recorrido es particularmente crítico, ya que implica un cambio significativo en el trazado del tren y la necesidad de maniobrar cuidadosamente entre las pilas que soportan la estructura del viaducto, las cuales están distanciadas a 35 m entre sí.

En este caso, el diseño de la infraestructura debe considerar varios aspectos importantes. Primero, se debe asegurar que el tren ligero pueda realizar la curva y la transición de manera segura y eficiente, manteniendo una velocidad adecuada y garantizando la comodidad de los pasajeros.

Además, es esencial analizar el posicionamiento de las pilas del viaducto. Con las pilas distanciadas a 35 m, se ha confirmado que el espacio es suficiente para permitir el paso del tren sin obstrucciones. La distancia de 35 m entre pilas ofrece un margen considerable para maniobrar el tren, garantizando que no haya interferencias estructurales que puedan afectar su paso.

A continuación, se presenta el trazado de la autopista y del espacio de 9 m ocupados por el galibo del tren ligero utilizado en este estudio, demostrando así que no existe una interferencia que impida su incorporación bajo el viaducto.

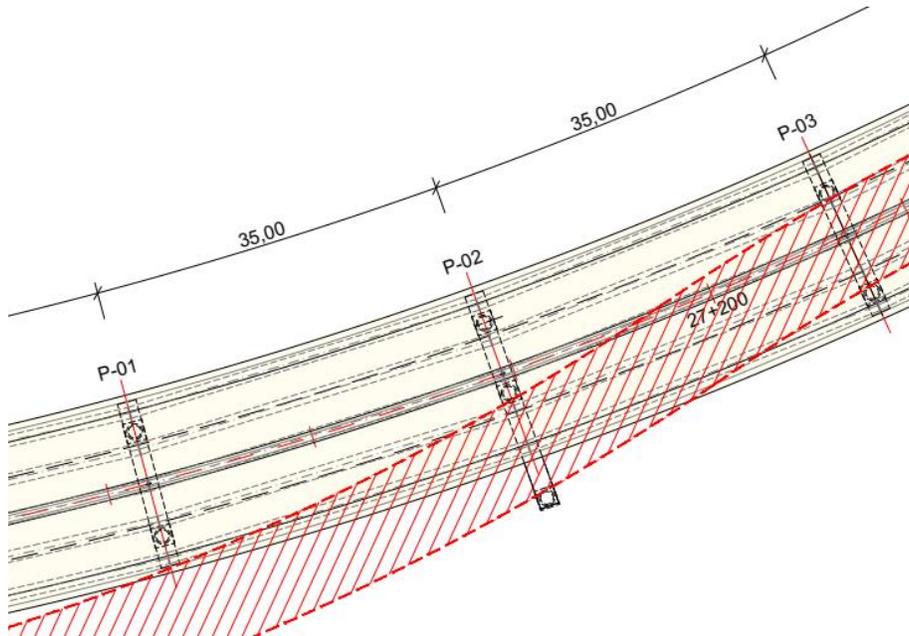


Figura 6.7: Vista en planta, inserción de la faja vía al viaducto en el PK 27+200

Para validar lo planteado sobre la integración del tren ligero bajo el viaducto es que se presentarán elevaciones de las pilas mencionados en la figura 5.7 (pilas P-02 y P-03):

- Pila P-02

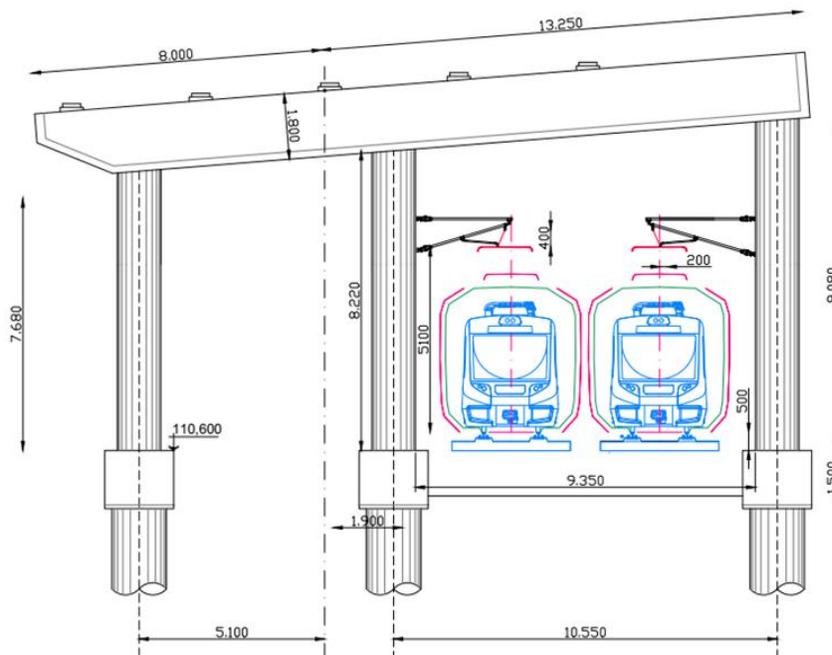


Figura 6.8: Pila P-02 con tren ligero y sus respectivos gálibos

- Pila P-03

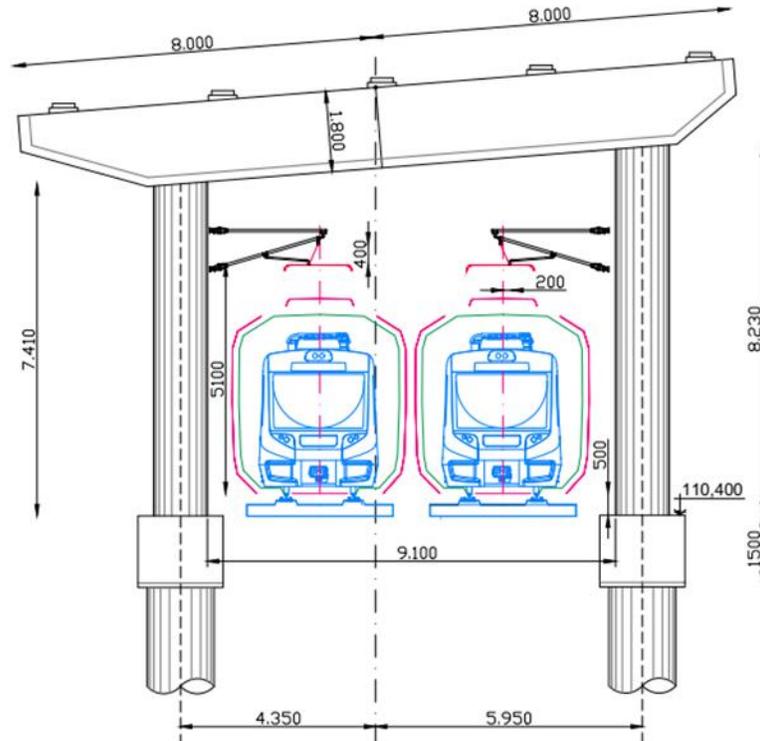


Figura 6.9: Pila P-03 con tren ligero y sus respectivos galibos

6.2.2.2 Bifurcación del viaducto por sobre la faja vía

La segunda singularidad se encuentra en el PK 30+500, donde el tren ligero ya se encuentra transitando por debajo del viaducto, pero este último comienza su bifurcación hacia dos pistas divididas. Analizar este punto es importante porque las estructuras de las pilas que sostienen el viaducto cambian y se requiere verificar la cabida del tren ligero junto a su galibo.

El cambio de estructuras mencionado consiste en que habrá una única pila que servirá de soporte para cada tramo del viaducto. Es conlleva beneficios respecto a lo analizado en este apartado, debido a que el viaducto al dividirse comienza a separarse y por ende la luz de 9 m que se mantenía entre pilas, que ya es un espacio suficiente para el paso del tren ligero con su galibo, comienza a aumentar y por ende el espacio libre entre pilas también aumenta.

A continuación, se presenta una imagen que muestra el trazado del inicio de la bifurcación de la autopista y del trazado del tren ligero entre las pilas que sustentan al viaducto en este tramo.

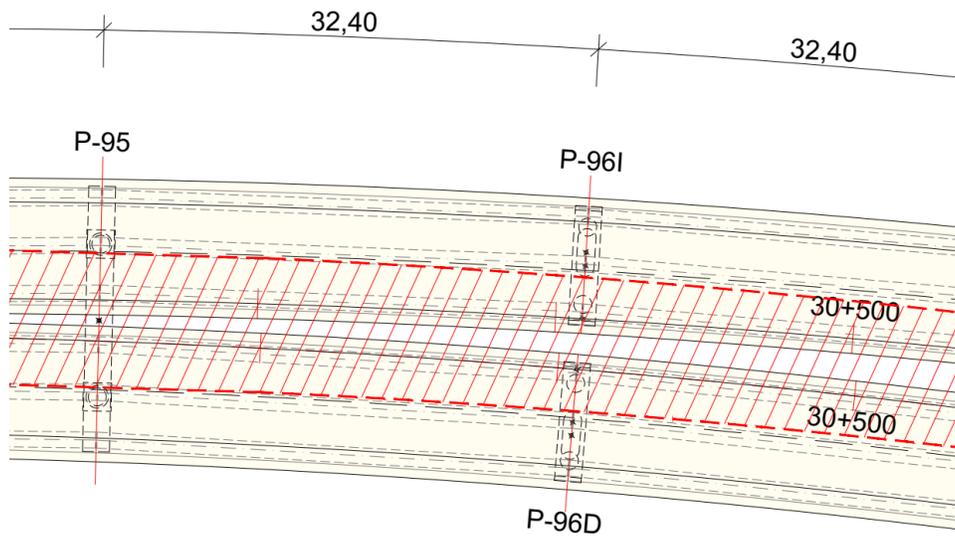


Figura 6.10: Vista en planta, Bifurcación de viaducto por sobre tren ligero. PK 30+500

Para validar lo planteado sobre el paso del tren ligero bajo el viaducto al momento que este comienza a dividirse es que se presentarán elevaciones de las pilas mencionados en la figura 5.10 (pilas P-95 y P-96I/96D):

- Pila P-95

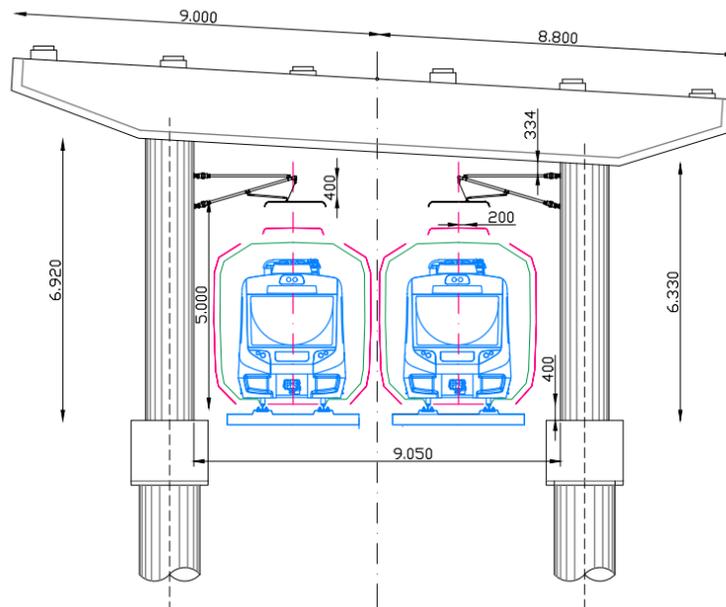


Figura 6.11: Pila P-95 con tren ligero y sus respectivos gálibos

Pila 95: Es la pila más baja sobre el trazado ferroviario, a pesar de ello, basta con reducir 10 cm la altura del hilo de contacto.

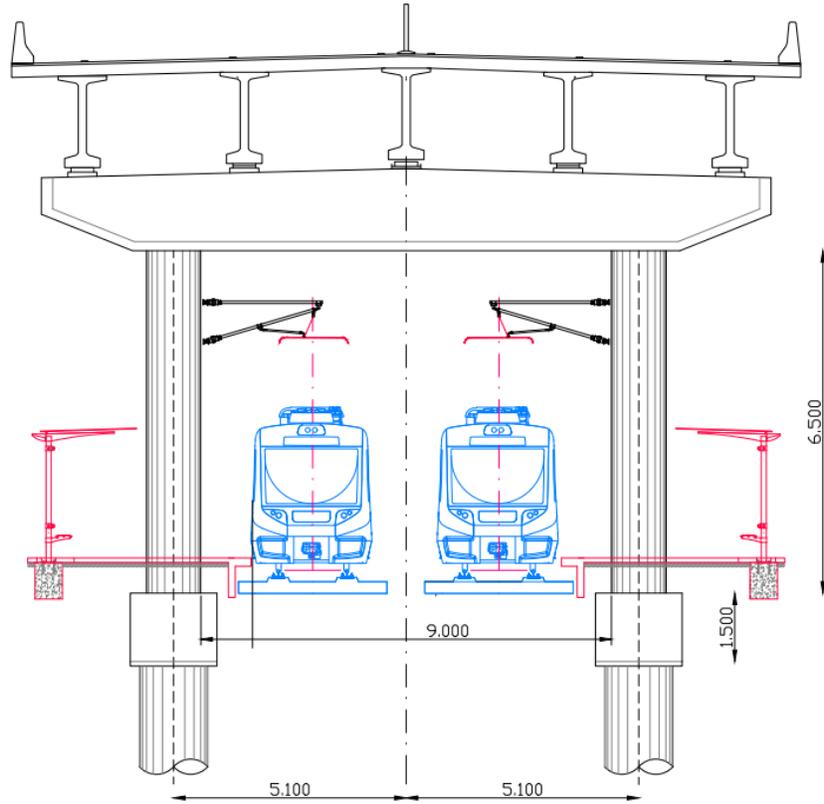


Figura 6.13: Propuesta 1 estación bajo viaducto. Pila P57, PK 29+100.

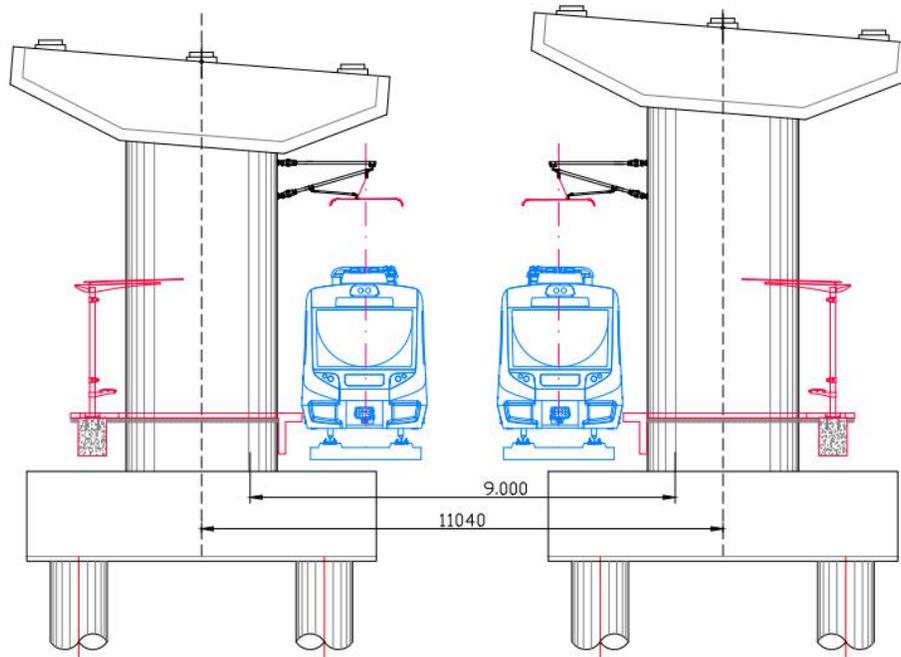


Figura 6.14: Propuesta 2 estación bajo viaducto. Pilas P-103I y P-103D, PK 30+700.

En todos los casos analizados, se ha demostrado que no existen interferencias que impidan la integración efectiva del tren ligero con las estructuras del viaducto.

En la primera singularidad (subsección 5.2.2.1), el tren ligero pasa sin problemas entre las pilas del viaducto demostrando que la distancia de 35 m entre las pilas y el gálibo de 9 m proporcionan un margen adecuado para una operación segura y eficiente, sin riesgos de choque con las pilas.

En la segunda singularidad (subsección 5.2.2.2) se evidencia que la bifurcación es beneficiosa para el tren ligero, ya que las pilas comienzan a alejarse aumentando su separación y dando mayor espacio para el tren ligero.

Por último, para las paradas que se desarrollarán dentro del viaducto (subsección 5.2.2.3), se expuso que, aunque puedan existir pilas dentro del paradero, éstas no obstaculizan en la visibilidad de los pasajeros.

Con todo lo anteriormente expuesto, se confirma que no existe un riesgo de choque con las pilas del viaducto tanto en la transición del tren ligero hacia abajo del viaducto, como en el tránsito de este una vez abajo.

6.3 Cruces a nivel con y sin rotonda

Los cruces a nivel detectados en este estudio se presentan a continuación, en todas las imágenes la franja de color rojo representa la faja vía del tren ligero y la de color blanco es la autopista:



Figura 6.15: Rotonda proyectada en PK 2+300



Figura 6.16: Rotonda proyectada en PK 12+400



Figura 6.17: Rotonda proyectada en PK 16+000



Figura 6.18: Rotonda proyectada en PK 19+000



Figura 6.19: Rotonda proyectada en PK 23+700



Figura 6.20: Rotonda proyectada en PK 24+800



Figura 6.21: Rotonda proyectada en PK 26+400

Para todos estos cruces viales se recomienda el uso de rotondas y/o señalización vial que obligue a los vehículos de la autopista a reducir su velocidad o incluso a detenerse para que permita el paso del tren ligero. El tren ligero también deberá reducir su velocidad al llegar a la rotonda. La rotonda permite que los autos detenidos se coordinen con el paso del tren ligero y no sería necesario el uso de barreras automáticas.

En el documento presentado por ECS Consult se hace una descripción de este tipo de interferencias entre los proyectos, indicando que estos cruces deben ser regulados con barreras automáticas y semáforos en los accesos de cada rama de la rotonda. Estos en definitiva son costos adicionales para el tren en inversión, mantenimiento, reposición, operación así también como en responsabilidad.

Es de la experiencia del consultor suscrito al presente estudio, que dichas barreras automáticas no serían necesarias por la velocidad máxima del tren ligero, éste se asemeja más bien a un autobús que a un tren y normalmente no se instalan barreras en otros trenes ligeros operando en otros países, como se indicó anteriormente. Los demás vehículos que circulan por la autopista son capaces de percibir el tren ligero, detenerse y darle la pasada en las rotondas como si fuera un autobús, ya que la rotonda obliga a reducirles la velocidad.

La intersección en el PK 16, 19 y 24+800 no presentan un diseño de rotonda para la autopista, si bien es recomendación del presente estudio que dichas rotondas ya estén ejecutadas cuando el tren ligero se encuentre en operación, la fecha exacta de ejecución de dichas rotondas no es alcance del presente informe, ya sea construirlas junto con la autopista o justo antes que se ejecute el tren ligero.

En la figura a continuación se muestra el tren ligero (vehículo pintado de blanco con azul a la derecha de la foto) de Ámsterdam entrando a una intersección concurrida. Se aprecia de

dicha figura que el tren ligero frena con semáforo rojo y entra a la intersección sin el uso de barreras adicionales.



Figura 6.22: Tren ligero a punto de entrar a una intersección importante en Ámsterdam, Agosto 2023.

7 ANÁLISIS ESPECÍFICO DE LAS INTERFERENCIAS SEÑALADAS

A continuación, se enlistan y resuelven todas las interferencias mencionadas en el informe “Análisis e Identificación de Interferencias del Proyecto ‘Acceso Interconexión Yparacai-Aregua-Luque’ en Ruta PY02 Conexión San Bernardino’ sobre el Proyecto de Tren de Cercanía Asunción-Yparacai”, emitido por FEPASA y ECS Consult.

N°	PK	Tipo	Descripción	Comentario
1	32+400	1	Falta definición de Proyecto Integración a Autopista Ñu Iguazú, manteniendo continuidad de sector faja-vía ferroviaria.	La Figura 5.12 ilustra las pilas 96-I y 96-D, este punto presenta la menor separación entre columnas y verifica que existe espacio suficiente para la implantación del tren ligero. A medida que el PK aumenta, también lo hace la apertura de las pilas, por lo que se da aún más holgura al material rodante
2	32+100 a 32+000	2	Interferencia con Parada de Tren. Parada S11 N09 que se proyectaba con andén central, luego la vía allí se ensancha	No hay información del proyecto, salvo la faja vía y que el material rodante es un tren ligero. Como no se ha presentado información del tipo de paradas, se considera que la mejor opción para la coexistencia de ambos proyectos son los andenes laterales, como se observó en las figuras 5.13 y 5.14. La implementación de andén central es la solución menos colaborativa con ambos proyectos, obliga la apertura de las vías y posibles expropiaciones.
3	31+600 a 31+900	1	Cruce vial en longitudinal bajo el viaducto	Este tipo de interferencia se da puntualmente entre el tren ligero y la vialidad existente, no tiene relación con el proyecto de la autopista.

N°	PK	Tipo	Descripción	Comentario
4	30+900	4	Estructura de pilotes Viaducto reducirá visibilidad del cruce vehicular cuando enfrente la vía férrea	La velocidad de circulación del tren ligero es menor a 30 km/h y los 35 m de interdistancia entre pilares minimizan el impacto que podrían tener este tipo de interferencias y da tiempo de reacción al maquinista. Adicionalmente, y de ser necesario, existen mecanismos estándares en el mundo ferroviario que pueden ser incorporados para informar a los conductores las llegadas de un tren al cruce, como barreras automáticas, semáforos, campanillas, etc. y que forman parte del sistema de un sistema de señalización ferroviario. Para este proyecto basta con una señal de advertencia audiovisual, como la de la figura 7.1
5	30+700	2	Interferencia con Parada de Tren. Parada S11 N10 que se proyectaba con andén central, luego la vía allí se ensancha	No hay información del proyecto, salvo la faja vía y que el material rodante es un tren ligero. Como no se ha presentado información del tipo de paradas, se considera que la mejor opción para la coexistencia de ambos proyectos son los andenes laterales, como se observó en las figuras 5.13 y 5.14. La implementación de andén central es la solución menos colaborativa con ambos proyectos, obliga la apertura de las vías y posibles expropiaciones.
6	30+550	4	Estructura de pilotes Viaducto reducirá visibilidad del cruce vehicular cuando enfrente la vía férrea	La velocidad de circulación del tren ligero es menor a 30 km/h y los 35 m de interdistancia entre pilares minimizan el impacto que podrían tener este tipo de interferencias y da tiempo de reacción al maquinista. Adicionalmente, y de ser necesario,

N°	PK	Tipo	Descripción	Comentario
7	29+700			existen mecanismos estándares en el mundo ferroviario que pueden ser incorporados para informar a los conductores las llegadas de un tren al cruce, como barreras automáticas, semáforos, campanillas, etc. y que forman parte del sistema de un sistema de señalización ferroviario. Para este proyecto basta con una señal de advertencia audiovisual, como la de la figura 7.1
8	29+600	2	Estación S13 Luque. En este caso, dado que la estación está en una plaza, no se ve dificultad	Sin comentarios
9	29+550	4	Estructura de pilotes Viaducto reducirá visibilidad del cruce vehicular cuando enfrente la vía férrea	La velocidad de circulación del tren ligero es menor a 30 km/h y los 35 m de interdistancia entre pilares minimizan el impacto que podrían tener este tipo de interferencias y da tiempo de reacción al maquinista. Adicionalmente, y de ser necesario, existen mecanismos estándares en el mundo ferroviario que pueden ser incorporados para informar a los conductores las llegadas de un tren al cruce, como barreras automáticas, semáforos, campanillas, etc. y que forman parte del sistema de un sistema de señalización ferroviario. Para este proyecto basta con una señal de advertencia audiovisual, como la de la figura 7.1
10	29+300			
11	29+150			
12	28+900			
13	28+400			
14	27+200	3	En este punto el proyecto cambia el eje del tren y lo desplaza hacia el Norte de la faja	No se cuenta con datos oficiales sobre las dimensiones de la faja vía, aunque se estimó un ancho de 10 metros. Las posibles expropiaciones, al ser competencia de políticas gubernamentales, se escapan del alcance de este estudio.

N°	PK	Tipo	Descripción	Comentario
15	26+600	2	Interferencia con Parada de Tren. Parada S17 N14	No hay información del proyecto, salvo la faja vía y que el material rodante es un tren ligero. Como no se ha presentado información del tipo de paradas, se considera que la mejor opción para la coexistencia de ambos proyectos son los andenes laterales, como se observó en las figuras 5.13 y 5.14. La implementación de andén central es la solución menos colaborativa con ambos proyectos, obliga la apertura de las vías y posibles expropiaciones.
16	26+400	5	Cruce a Nivel entre Autopista y Tren	La sección 5.3 aborda todos los cruces a nivel. En esta sección se incluyen fotografías que ejemplifican cómo el tren ligero opera de manera equivalente a un autobús.
17	26+300 en adelante	6	Autopista que ya va a nivel interrumpe vialidad transversal (la cierra). ¿Lo tienen previsto o dimensionado?	El tren segrega las vías locales, la autopista permite integrar los pasajes secundarios existentes. Por lo que no es un problema de la autopista con el tren, es un tema de integración vial de la autopista.
18	26+100	7	Interferencia con Parada de Tren. Parada S18 N15	Este tipo de interferencias fueron desarrolladas en la sección 5.1 del informe.
19	26+000	7	Interferencia con Parada de Tren. Parada S19 N16	
20	24+800	5	Cruce a Nivel entre Autopista y Tren	La sección 5.3 aborda todos los cruces a nivel. En esta sección se incluyen fotografías que ejemplifican cómo el tren ligero opera de manera equivalente a un autobús.
21	23+700			
22	23+550	7	Interferencia con Parada de Tren. Parada S20 N17	Este tipo de interferencias fueron desarrolladas en la sección 5.1 del informe.

N°	PK	Tipo	Descripción	Comentario
23	21+800	7	Interferencia con Estación de Tren. Parada S21 Yugury. En este sector la ruta vial además interfiere con el acceso a los talleres	Este tipo de interferencias fueron desarrolladas en la sección 5.1 del informe. Con respecto al acceso con los talleres, no se cuenta con un mínimo de información que permita análisis alguno de una posible interferencia con talleres o su acceso, a la fecha, sólo se cuenta con los datos extraíbles de la figura 7.2. Lo que lleva a desconocer dónde estará específicamente el taller, los accesos viales y/o ferroviarios.
24	19+350	7	Interferencia con Estación de Tren. Parada S22 N18	Este tipo de interferencias fueron desarrolladas en la sección 5.1 del informe.
25	19+000	5	Cruce a Nivel entre Autopista y Tren	La sección 5.3 aborda todos los cruces a nivel. En esta sección se incluyen fotografías que ejemplifican cómo el tren ligero opera de manera equivalente a un autobús.
26	16+000	5	Cruce a Nivel entre Autopista y Tren	
27	13+350	7	Interferencia con Estación de Tren. Parada S26 N21	Este tipo de interferencias fueron desarrolladas en la sección 5.1 del informe.
28	12+400	5	Cruce a Nivel entre Autopista y Tren. Cruce a nivel entre el LRT y la ruta vial mediante una diagonal. El cruce coincide, además, con un cruce de calle de la vialidad local, lo que complica aún más el punto de cruce	La sección 5.3 aborda todos los cruces a nivel, donde se incluyen fotografías que ejemplifican cómo el tren ligero opera de manera equivalente a un autobús. De manera similar al comentario 4, se puede considerar la implementación de mecanismos para dar información a los conductores por el acercamiento del tren al cruce, tales como barreras, semáforos, etc.
29	11+200	7	Interferencia con Estación de Tren. Parada S27 N22. Ruta vial se interpone al acceso a la estación	Este tipo de interferencias fueron desarrolladas en la sección 5.1 del informe.

N°	PK	Tipo	Descripción	Comentario
30	8+300	7	Interferencia con Estación de Tren. Parada S28 N35. Ruta vial se interpone al acceso a la estación	
31	5+400	7	Interferencia con Estación de Tren. Parada S29 N23. Ruta vial se interpone al acceso a la estación	
32	4+100	7	Interferencia con Estación de Tren. Parada S30 N25. Ruta vial se interpone al acceso a la estación	
33	2+300	5	Cruce a Nivel entre Autopista y Tren. En este punto la ruta vial se cruza con el LRT mediante una rotonda cuyo radio aproximado es de 66 m (lo que conlleva una expropiación más allá de la faja vía y un amplio sector de interferencia). La ruta vial pasa de una posición noreste a suroeste	La sección 5.3 aborda todos los cruces a nivel, donde se incluyen fotografías que ejemplifican cómo el tren ligero opera de manera equivalente a un autobús. De manera similar al comentario 4, se puede considerar la implementación de mecanismos para dar información a los conductores por el acercamiento del tren al cruce, tales como barreras, semáforos, etc.
34	2+200	7	Interferencia con Estación de Tren. Parada S31 N25 en el PK 2+150	Este tipo de interferencias fueron desarrolladas en la sección 5.1 del informe.



Figura 7.1: Elementos ferroviarios para la información en el tránsito vial.



Figura 7.2: Ubicación del taller.

8 CONCLUSIONES

Las conclusiones expuestas en cada uno de los capítulos precedentes, se concluye que ambos proyectos pueden coexistir.

En el caso del viaducto se ha demostrado que no interfiere con el recorrido proyectado del tren ligero, además hay reducción de costes, ya que es posible ahorrar en postación de catenaria porque las ménsulas se podrían anclar directamente bajo el viaducto.

Las interferencias a nivel relacionadas con los cruces entre la faja vía del tren ligero y la autopista se resuelven con las rotondas proyectadas sin la necesidad de barreras automáticas.

ANEXOS

A EXPERIENCIA ADICIONAL FERROVIARIA EN TRANVÍAS Y LTR

N°cert.	Nombre	Tipo	Año adjudicación
1	Red de Transporte Urbano de Bahrein (Bahrain Urban Transit Network-BUTN), Reino de Bahrain (20448). La red de LRT consta de 4 líneas con una longitud total de 109 km, en su mayoría elevadas, 75 estaciones distribuidas entre esas cuatro líneas, así como 3 cocheras y taller. Sistema GOA4	Asesoría Técnica Factibilidad y diseño preliminar - equivalente a diseño de ingeniería conceptual	01-03-2017
2	Diseño de detalle del tranvía de la Avenida 80 desde la Estación de Aguacatalá hasta la Estación Caribe del Sistema Metro en el municipio de Medellín. Colombia (15907). 13, 5 km de línea y talleres y cocheras	Ingeniería de Detalle	01-07-2010
3	Redacción del proyecto básico, seguimiento y control de las obras de ampliación de la primera línea de tranvía de la ciudad de Constantina. Argelia (17295). 13,1 km de vía doble electrificada, 15 estaciones, ampliación de cocheras para 24 composiciones.	Ingeniería Básica	01-03-2012
4	Proyecto básico del sistema de transporte masivo Tranvía de los Cuatro Ríos en Cuenca, Ecuador (17099). 10,5 km de vía doble.	Ingeniería Básica	01-11-2011

B CERTIFICADOS DE EXPERIENCIA FERROVIARIA

(Ver carpeta adjunta)

Fin del documento