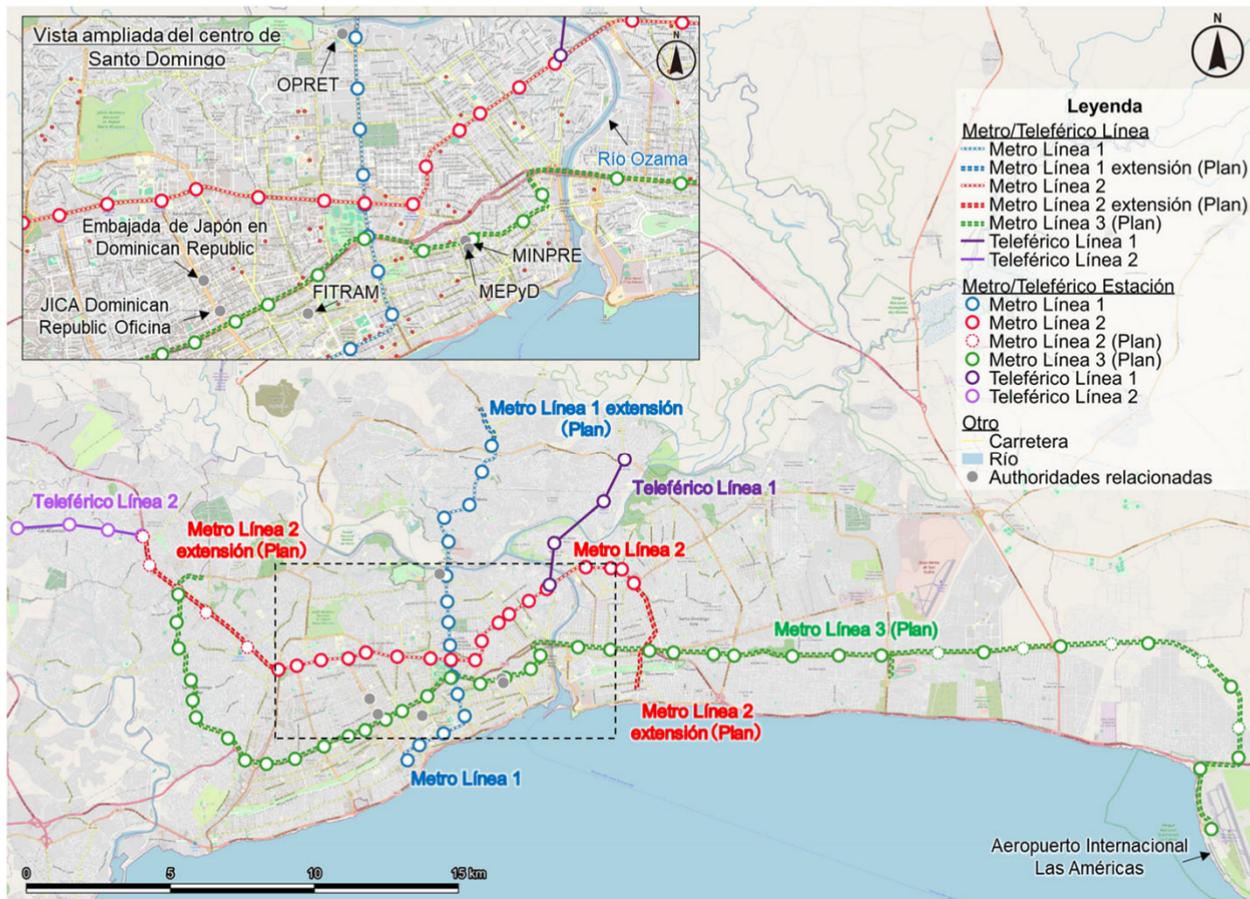


Estudio de pre-factibilidad para promover el desarrollo de infraestructuras de calidad en el extranjero en 2023

Estudio de Prefactibilidad de la Línea 3 del Metro (Tren Metropolitano) de Santo Domingo en la República Dominicana

Informe Final (F/R)

Mapa de ubicación del proyecto



Abreviaturas

Abreviatura	Descripción	Abreviatura	Descripción
AFC	Sistema automatizado de cobro de tarifas	LIM	Metro Lineal
AGT	Automated Guideway Transit	MaaS	Movilidad como un servicio
ATO	Instalaciones como el funcionamiento automático del tren	MEPyD	Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo
ATP	Automatic Train Protection	METI	Ministerio de Economía, Comercio e Industria
BRT	Autobús de tránsito rápido	MINPRE	Ministerio de la Presidencia
CCO	Centro de Control Operativo	MIREX	Ministerio de Relaciones Exteriores
DGAPP	Dirección General de Alianzas Público Privadas	MLIT	Ministerio de Tierra, Infraestructura, Transporte y Turismo
DOT	Desarrollo Orientado al Transporte	MOFA	Ministerio de Asuntos Exteriores del Japón
DX	Transformación digital	MOPC	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
E/N	Intercambio de Notas	O&M	Operación y Mantenimiento
EN	Europäische Norm	ODA	Ayuda oficial al desarrollo
F/S	Estudio de factibilidad	OMSA	Oficina Metropolitana de Servicios de Autobuses
GDP	Producto interno bruto	OPEX	Operational expenditures
INTRANT	Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre	OPRET	Oficina para el Reordenamiento del Transporte
IRR	Tasa interna de retorno	PPHPD	Pasajeros por hora por sentido
JBIC	Banco Japonés de Cooperación Internacional	PPP	Alianzas público-privada
JICA	Agencia Japonesa de Cooperación Internacional	PSD	Puertas de andén
JIS	Normas Industriales Japonesas	SDE	Santo Domingo Este
L/A	Contrato de mutuo	SDO	Santo Domingo Oeste

Contenidos

01. Descripción del Estudio
02. Descripción general de la República Dominicana y Santo Domingo
03. Plan Fundamental de la Línea 3 del Metro de Santo Domingo
04. Plan de Infraestructura
05. Consideraciones socio-ambientales
06. Plan de operación y mantenimiento
07. Análisis Económico y Financiero
08. Plan de Acción para los Próximos Pasos

01. Descripción del Estudio

01-1. Contenido y Metodología del Estudio

■ Descripción y Objetivos del Proyecto de Desarrollo de la Línea 3 del Metro de Santo Domingo

- Estudio de pre-factibilidad (Pre-FS) de la **Línea 3 del Metro (Tren Metropolitano)**: La tercera línea del Metro de Santo Domingo es llevado a cabo en Santo Domingo, capital de la República Dominicana
- La Línea 3 del Metro conectará la Ciudad Nueva con grandes hoteles y centros comerciales, el distrito gubernamental, casco antiguo o ciudad Colonia y las zonas residenciales en desarrollo en la parte oriental de Santo Domingo (Santo Domingo Este), **reforzando la red de transporte público** de la ciudad, donde la congestión del tráfico está empeorando.
- Se espera que el desarrollo de la Línea 3 del Metro contribuya al desarrollo sostenible de la ciudad, centrada en el transporte público, **reduciendo la congestión del tráfico, los accidentes y las emisiones de gases de efecto invernadero.**

■ Contenido del estudio

- Análisis sobre la **ruta óptima y el modo de transporte** de la Línea 3 del Metro
- **Pre-Factibilidad de la Línea 3 del Metro.**

■ Metodología del estudio

- Revisión de literatura a través de Internet y personal local
- Entrevistas con empresas japonesas
- Visitas al sitio y consultas con las agencias gubernamentales locales (reuniones en línea según sea necesario)
- Trabajos sobre el estudio en Japón
- Preparación de informes y reuniones informativas para METI y otras autoridades gubernamentales Japonesas



Fuente: Equipo del Estudio del METI

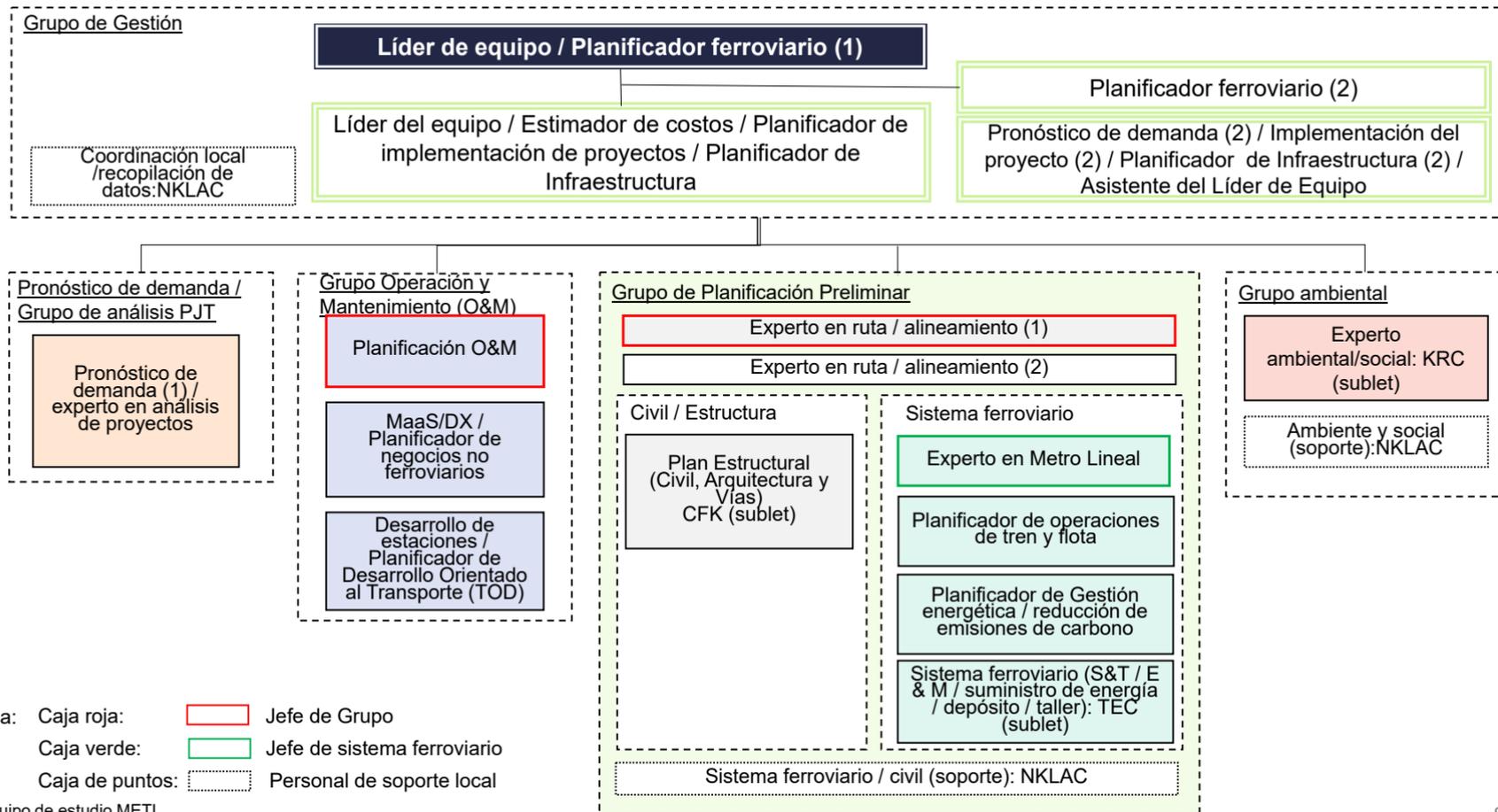
01-2. Calendario de trabajo del estudio

■ Período de estudio: 5 meses (del 27 de septiembre de 2023 al 29 de febrero de 2024)

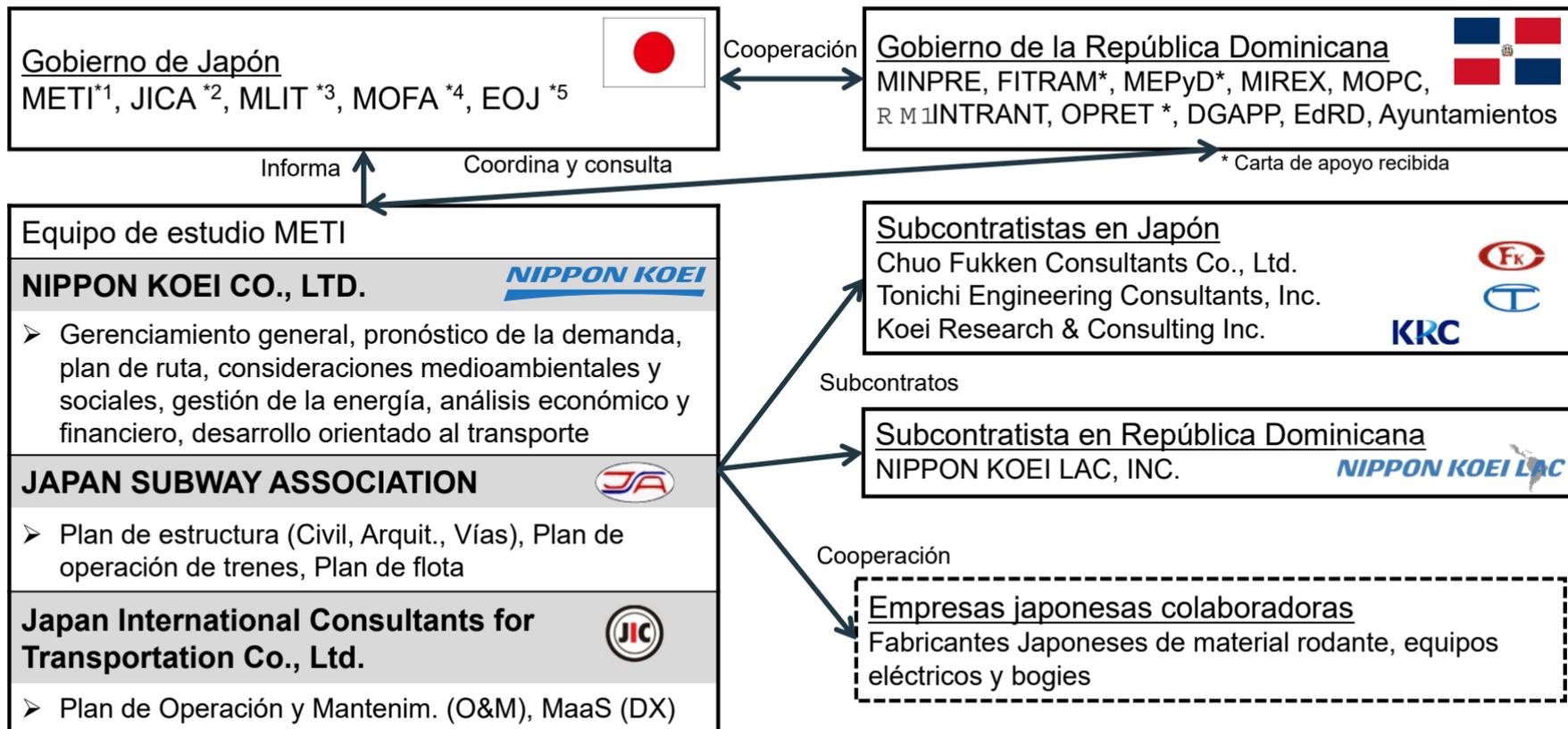
	2023				2024		
	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo
Plan Básico de la Línea	① Recopile datos / información, confirme el estado actual de MP	■	■				
	② Previsión de la demanda	■	■				
	③ Selección del modo de transporte Estudio de evaluación inicial	■	■				
	④ Plan de ruta						
Estudio de Prefactibilidad	⑤ Plan de explotación de trenes/plan de flota						
	⑥ Plan de depósito/taller						
	⑦ Plan civil y estructural		■	■	■		
	⑧ Plan de señalización y telecomunicaciones		■	■	■		
	⑨ Alimentación de tracción, plan eléctrico y mecánico, gestión de la energía		■	■	■		
	⑩ Plan O&M		■	■	■		
	⑪ Plan de proyecto complementario (TOD, MaaS(DX) / Negocios no ferroviarios)		■	■	■		
	⑫ Plan de construcción		■	■	■		
	⑬ Estimación preliminar de costes		■	■	■		
	⑭ Plan de contratación (confirmar el interés de la empresa japonesa)		■	■	■		
	⑮ Project implementation schme/ financing plan		■	■	■		
	⑯ Análisis económico / financiero		■	■	■		
	⑰ Estimación de la escala del proyecto		■	■	■		
Medio ambiente/social	⑱ Consideraciones medioambientales y sociales		■	■	■		
Informes/Reuniones	⑲ Preparación de informes	■	■				
	⑳ Debate con organizaciones de la República Dominicana y Japón		■	■	■		
	㉑ Sesión de información		■	■	■		
hito	Eventos relacionados con la contratación/visita in situ, presentación de informes Nota: IE/S: Estudio de evaluación inicial, PG/R: Reporte de progreso DF/R: Reporte de borrador final, F/R: Reporte de final		▲ IE/S		▲ PG/R	▲ DF/R	▲ F/R, Plazo de aplicación
			1ª visita		2ª visita		3ª visita
							4ª visita

Nota: El Estudio de Evaluación Inicial (IE/S) se había llevado a cabo antes de la Reunión Inicial para confirmar qué modo de transporte urbano es el más adecuado desde el punto de vista del pronóstico de demanda, características geográficas y topográficas a lo largo de la línea, costos, etc.

01-3. Estructura del equipo de estudio METI



01-4. Partes interesadas en el estudio



*1: Ministerio de Economía, Comercio e Industria

*2: Agencia de Cooperación Internacional del Japón

*3: Ministerio de Tierra, Infraestructura, Transporte y Turismo

*4: Ministerio de Asuntos Exteriores del Japón

*5: Embajada de Japón en la República Dominicana

02. Descripción de la República Dominicana y Santo Domingo

02-1. Situación socioeconómica y general de la República Dominicana

Población	10.95 millones (2021, Banco Mundial)
Tasa de Crecimiento Poblacional	0.88% (media de 2017-2022, Oficina Nacional de Estadística)
Territorio	48,000 km ² (visiblemente más grande que Kyushu, Japón)
Idioma	Español
Política y Relaciones Exteriores	Republicanismo. Mantiene relaciones de cooperación con Estados Unidos y la Unión Europea. Miembro SICA (Organización para la Integración Centroamericana). Observatorio de la Alianza del Pacífico y CARICOM. Formó la ADD (Alianza para la Democracia y el Desarrollo) con Costa Rica y Panamá.
PIB nominal	USD 94,243 mil millones (2021, Banco Mundial)
PIB per cápita	USD 8,603 (2021, Banco Mundial) Clasificado como país de ingresos medios superiores en la lista DAC
Tasa de crecimiento del PIB	12.3% (2021, Banco Mundial) Crecimiento esperado en el rango del 5% para 2022-2027 (FMI 1)
Deuda externa	62.1% del PIB (2021, FMI) Se espera que disminuya al 54% en 2027)
Las principales industrias	Turismo, agricultura, minería, procesamiento textil, fabricación de suministros médicos y servicios

Una de las economías más grandes y estables en América Central y el Caribe.



Fuente: Ministerio de Asuntos Exteriores del Japón



Fuente: Equipo de Estudio METI

02-1. Situación socioeconómica y general de la República Dominicana

02-1.2. Condición ambiental y social en República Dominicana

Temperatura y Precipitaciones (Santo Domingo, , promedio 1991-2021)

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura media (°C)	23.4	23.6	24.1	24.9	25.5	26.1	26.4	26.4	26.3	25.7	24.8	23.9
Temperatura min (°C)	20.4	20.3	20.6	21.6	22.5	23.1	23.4	23.6	23.5	23.1	22.2	21.2
Temperatura max (°C)	27.4	27.9	28.5	29.0	29.2	29.7	20.2	30.2	29.9	29.3	28.4	27.7
Precipitación (mm)	41	37	45	71	131	121	120	137	129	134	80	49
Humedad (%)	76	73	71	74	78	80	79	80	82	83	80	78

(Fuente: <https://es.climate-data.org/>)

Huracanes

- ✓ Núm. De huracanes que han impactado por mes (1851 a 2021)
(Agosto:50, Septiembre:52 –el más alto, Octubre:19)
- ✓ 12 ciclones han ocurrido en los últimos 10 años (2014-2023)
(Huracanes que han impactado directo 2020-2023:
Isaias: Julio 2020, Laura: Ago. 2020, Fred: Ago 2021, Grace: Ago 2021)
- **Ningún impacto de huracán ha afectado las Líneas 1 y 2 de Metro hasta ahora.**

Áreas Protegidas Nacionales

- ✓ Superficie terrestre protegida de 25.32% del territorio nacional
- ✓ Superficie marina protegida de equivalente al 10.8% del total de aguas marinas
- ✓ 131 áreas de conservación asignadas al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Fuente: SINAP, agosto 2023)
- **El desarrollo de infraestructura en las áreas protegidas se ha desarrollado y gestionado considerando las condiciones ambientales y sociales.**



02-2. Situación socioeconómica y general de Santo Domingo

■ 02-2.2. Impactos ambientales y sociales de las Línea 1 y Línea 2 del Metro de Santo Domingo

□ Ambiente Natural

- ✓ No han causado ningún impacto en el ambiente hasta la fecha.

□ Ambiente Social

- ✓ Pre-Construcción: Reasentamientos (solucionado antes del inicio de la construcción)
- ✓ Construcción: Desvíos y cortes de tráfico (reducción de la congestión tras la inauguración)

□ Contaminación

- ✓ Durante la construcción: Contaminación atmosférica, agua y desechos, ruidos y vibración (impactos menores durante la construcción, pero no ha causado impacto tras la inauguración)

■ Áreas Protegidas (SINAP) en Santo Domingo

A: La Caleta (Parque Nacional Submarino y Sitio Arqueológico)

B: Cueva de Los Tres Ojos de Santo Domingo (Refugio de Vida Silvestre)

- Ningún impacto identificado debido la Línea 3 de Metro.

■ Patrimonio Mundial de UNESCO

 Ciudad colonial de Santo Domingo (en Distrito Nacional)

- Ningún impacto identificado debido la Línea 3 de Metro.



A: La Caleta



Localidades de Áreas Protegidas y Patrimonio



C: Ruinas de Engombe



B: Cueva de los Tres Ojos

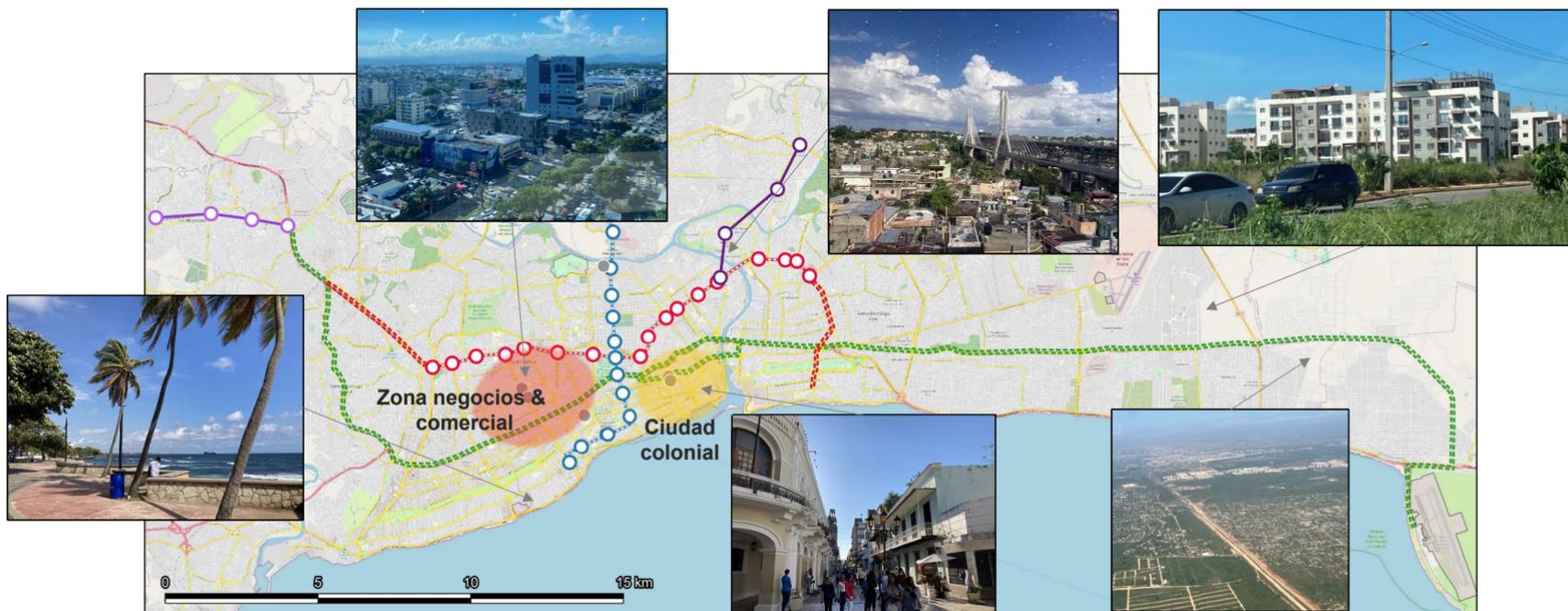


Ciudad Colonial

02-2. Situación socioeconómica y general de Santo Domingo

■ 02-2.3. Estructura urbana y uso del suelo en Santo Domingo

- Santo Domingo se ha desarrollado sobre la costa del Mar Caribe.
- En la **Ciudad Colonial** hay edificios históricos y se encuentran algunas oficinas gubernamentales, mientras que las oficinas comerciales y de negocios se ubican a lo largo de las principales avenidas, especialmente la parte **occidental del Distrito Nacional**.
- La zona residencial se extiende por el perímetro de Santo Domingo como Santo Domingo Este y Los Alcarrizos.



02-3. Condiciones del transporte urbano de Santo Domingo

■ 02-3.1. Sistema de transporte público existente

- Santo Domingo ha desarrollado su sistema de transporte público compuesto por diferentes modos:

El modo	Metro Líneas 1 y 2		Teleférico Líneas 1 y 2		Otros
Foto	 Fuente: Equipo del Estudio del METI		 Fuente: Equipo del Estudio del METI		 Fuente: Equipo del Estudio del METI
Longitud	L1: 14.5 km	L2: 16.5 km	L1: 5.0 km	L2: 4.2 km	Autobuses públicos, autobuses privados, moto-concho* ¹ , etc. operan en Santo Domingo
Número de estaciones	L1: 16	L2: 18	L1: 4	L2: 4	
Pasajeros anuales	105 millones de pasajeros (2019)				

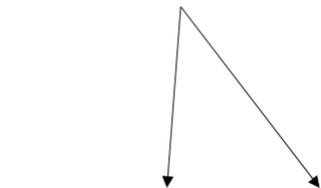
■ 02-3.2. Problemática del transporte urbano en Gran Santo Domingo

- Debido al crecimiento de la economía y población, la **congestión del tráfico** es un problema grave en Santo Domingo, a pesar del desarrollo del sistema de transporte público urbano. Se observó que la velocidad de circulación del vehículo se ve obligada a **reducirse hasta unos 10 km/h en horas pico** en las principales avenidas, según la encuesta realizada por el equipo de estudio METI.
- Según MINPRE, los gastos de transporte representan el **25% del presupuesto** familiar en las familias de bajos ingresos*² ya que están obligadas a pagar pasajes varias veces y tomar concho*¹, lo cual es relativamente costoso.
- Además, la tasa de accidentes de tráfico por cada 100,000 habitantes es de 34.6, la quinta peor del mundo*³.

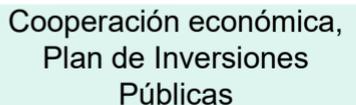


02-3. Condiciones del transporte urbano de Santo Domingo

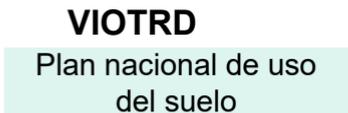
02-3.3. Interesados del transporte urbano



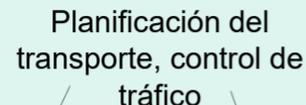
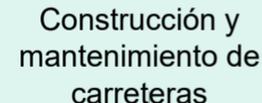
SDO (Santo Domingo Oeste)



Los Alcarrizos, Boca Chia



SDE (Santo Domingo Este)



Operador Metro



OMSA
Operador de autobuses

02-3. Condiciones del transporte urbano de Santo Domingo

■ 02-3.4. Leyes y Reglamentos relacionados con el transporte urbano

Ley / Decreto	Descripciones principales
Decreto No. 514-21	<ul style="list-style-type: none">• Creación de FITRAM para promover el desarrollo del transporte masivo• MINPRE es el Ministerio responsable
Decreto No. 389-21	<ul style="list-style-type: none">• Establecimiento de la Oficina de Desarrollo de Proyectos de Movilidad Urbana e Interurbana, bajo responsabilidad del MINPRE• La función de la oficina es diseñar, construir y desarrollar proyectos urbanos e interurbanos de transporte masivo y estructurar fideicomiso público o mixto y/o empresas para el funcionamiento, mantenimiento y explotación comercial del sistema de transporte.• Promover la incorporación de las asociaciones público-privadas en los proyectos
Ley 63-17	<ul style="list-style-type: none">• Establecimiento del INTRANT• Regulación al sistema de transporte público, registro del vehículo, subvención a los operadores de autobuses, prohibición de la ocupación de vías públicas, incluido el estacionamiento ilegal
Decreto 477-05 y Decreto 708-11	<ul style="list-style-type: none">• Establecimiento de OPRET• El papel de OPRET como una unidad ejecutiva capaz de planificar, diseñar, construir, poner en marcha, operar y mantener el sistema masivo de transporte público• El Decreto 708-11 es una enmienda al Decreto 477-05

Nota: Los dos últimos dígitos de la ley y el número del decreto indican el año en que se emitió. Por ejemplo, el Decreto no 514-21 se refiere al Decreto no 514, aprobado en 2021.

02-3. Condiciones del transporte urbano de Santo Domingo

02-3.5. Descripción de las Línea 1 y Línea 2

Elemento	Descripción
Longitud de ruta	L1: 14.5 km L2: 16.5 km
Número de estaciones	L1: 16 (SUB: 11, ELEV: 5 (al norte de Sta. Hermanas Mirabal)) L2: 18 (SUB: 18)
Tiempo de viaje	L1: 25 minutos L2: 26 minutos
Gálibo	1,435 mm
Velocidad máxima	80 km/h
Electrificación	DC 1500 V, Línea de contacto
Sist. de señalización	Automatic Train Protection (ATP)
Horario de servicio	6:00 - 22:30 (-22:00 fines de semana y festivos)
El camino mínimo	Aprox. 5 minutos
Tarifa	DOP 20 (sistema de tarifa plana)
Pasajeros anuales	105 millones de pasajeros incluyendo Línea 1 del Teleférico (2019)
Año de apertura	L1: 2009 L2: 2013 (L2B (Extensión Oriental): 2018)

Nota: DC: corriente directa,
Fuente: OPRET, Equipo de estudio METI



02-3. Condiciones del transporte urbano de Santo Domingo

02-3.5. Descripción de las Línea 1 y Línea 2

Elemento	Descripción
Material rodante	3 vagones EMU (Alstom) (Se incrementará a 6 vagones)
Capacidad para 3 vagones	Real: 617, Capacidad máxima: 750
Dimensión de material rodante	Largo: 18-18.5 m, Ancho: 2.8 m, Alto: 3.87 m
Peso del vehículo	Mc: 37 toneladas, R: 33 toneladas
Automatización	No hay automatización (se requiere conductor)
Puertas de andén (PSD)	No instaladas. Guardia de seguridad en todas las estaciones
Usuarios diarios de la estación (2019)	Máx: 28,000 (Est. María Montez) Min: 2,400 (Est. Máximo Gomez)
Depósito y talleres	Un depósito y talleres cerca de Est. Máximo Gomez (común para Línea-1 y Línea-2)
Radio de curva mínimo	150 metros
Pendiente máxima	4.0%
Otros proveedores	Señal: Siemens, Telecom: Thales



Fuente: Equipo del Estudio del METI



Fuente: Equipo del Estudio del METI



Fuente: Equipo del Estudio del METI



Fuente: Equipo del Estudio del METI



Fuente: Equipo del Estudio del METI



Fuente: Equipo del Estudio del METI

02-4. Planes y proyectos existentes

■ 02-4.1. Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS)

- ❑ Formulado en 2019, el PMUS propone varios planes para mitigar la congestión del tráfico, principalmente **promoviendo el transporte público**.
- ❑ Uno de los planes de acción propuestos es introducir el transporte masivo público a lo largo de la **Ave. 27 de Febrero** (mismo corredor de la Línea 3).



Entidad planificadora	INTRANT
Autoridades de apoyo	AFD (Agencia Francesa de Desarrollo), UE y IDB
Autoridades involucradas	MINPRE, MOPC y MEPyD.
Municipios objetivo	Distrito Nacional, Los Alcarrizos, Santo Domingo Este, Santo Domingo Oeste, Santo Domingo Norte
Objetivo estratégico	<ol style="list-style-type: none">1. Promoción de la movilidad y accesibilidad a las áreas metropolitanas para todos los ciudadanos2. Contribuir al valor de la región y a la calidad del entorno urbano3. Coordinar las condiciones institucionales, técnicas y financieras para la introducción de sistemas de movilidad sostenible a nivel metropolitano
Contenidos principales	Construir la red de transporte público y autobuses, mejorar las conexiones por carretera, etc.

02-4. Planes y proyectos existentes

■ 02-4.2. Sistema Integrado de Transporte (SIT)

- ❑ En septiembre de 2023, la actual administración propuso “**Sistema Integrado de Transporte (SIT)**” para aliviar la congestión del tráfico y proporcionar un sistema integrado de transporte público **con una demanda diaria estimada en un millón de pasajeros.**
- ❑ SIT cubre no solo el metro, sino también los autobuses y teleféricos.
- ❑ El plan para desarrollar la Línea 3 del Metro se llama “**Tren Metropolitano**” y está indicado como un elemento clave en la actual administración.



Fuente: Equipo de estudio METI



Fuente: Equipo de estudio METI

Líneas del Sistema Integrado de Transporte de Santo Domingo



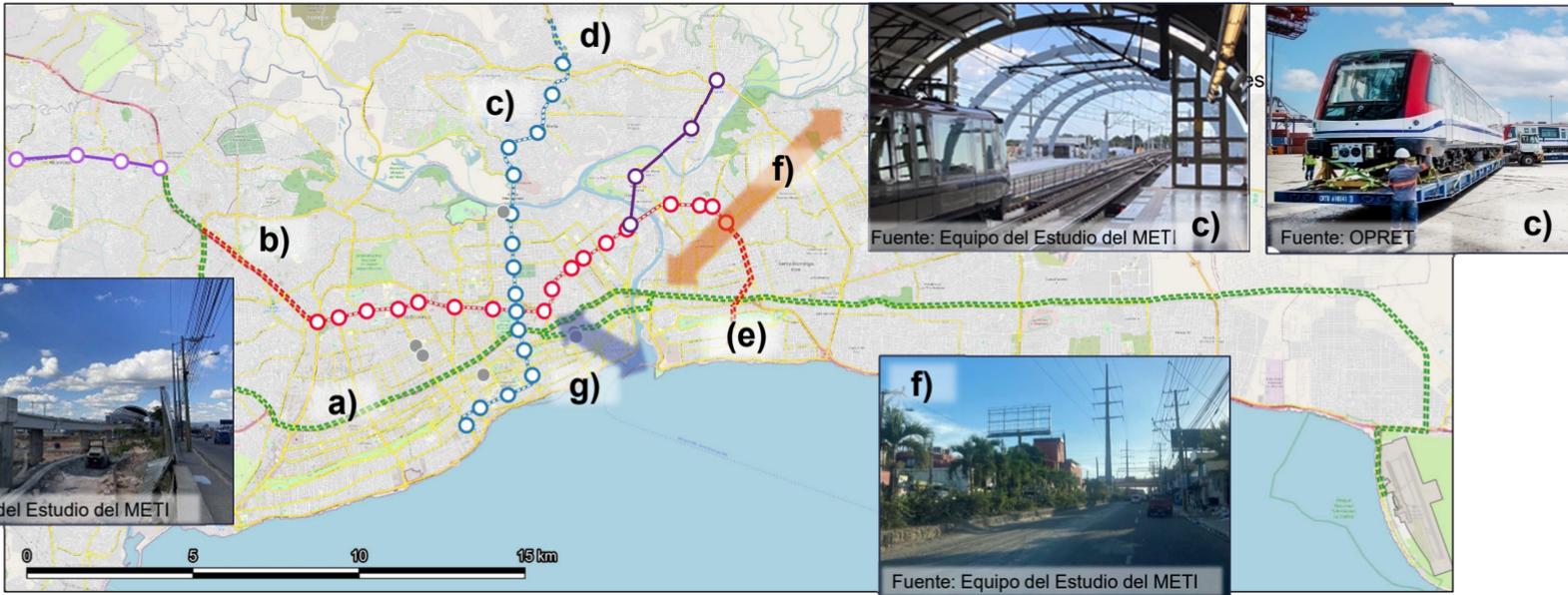
Fuente: Sistema Integrado de Transporte de Santo Domingo

Autor: Luis Luis/Diario Libre

02-4. Planes y proyectos existentes

■ 02-4.3. Propuestos y proyectos en curso de ferrocarril urbano en Santo Domingo

- | | | | |
|----|--|----|---|
| a) | Línea 3 Metro (Tren Metropolitano) (planeado) | b) | Extensión de la Línea 2 a Los Alcarrizos (en proceso) |
| c) | Aumento del tren de 3 a 6 vagones (en proceso) | d) | Extensión de la Línea 1 hacia el norte (en preparación) |
| e) | Extensión de la Línea 2 al sureste (planeado) | f) | Nuevo metro a lo largo de Carretera Mella (planeado) |
| g) | Nuevo metro a Ciudad Colonial (planeado) | | |



02-4. Planes y proyectos existentes

■ 02-4.3. Proyectos propuestos y en curso fuera de Santo Domingo (referencia)

- Algunos proyectos ferroviarios se proponen en la República Dominicana fuera de Santo Domingo
- Monoriel y Teleférico están en construcción en Santiago, la segunda ciudad más grande del país

(A) Monorriel en Santiago

(B) Teleférico en Santiago

(C) Ferrocarril entre Santo Domingo y Santiago
(extendido hasta Monte Cristi)

(D) Ferrocarril en Punta Cana

(E) Ferrocarril de Santo Domingo a Azua



Mapa de ubicación del proyecto



Monorail en Santiago



Telefónica en Santiago

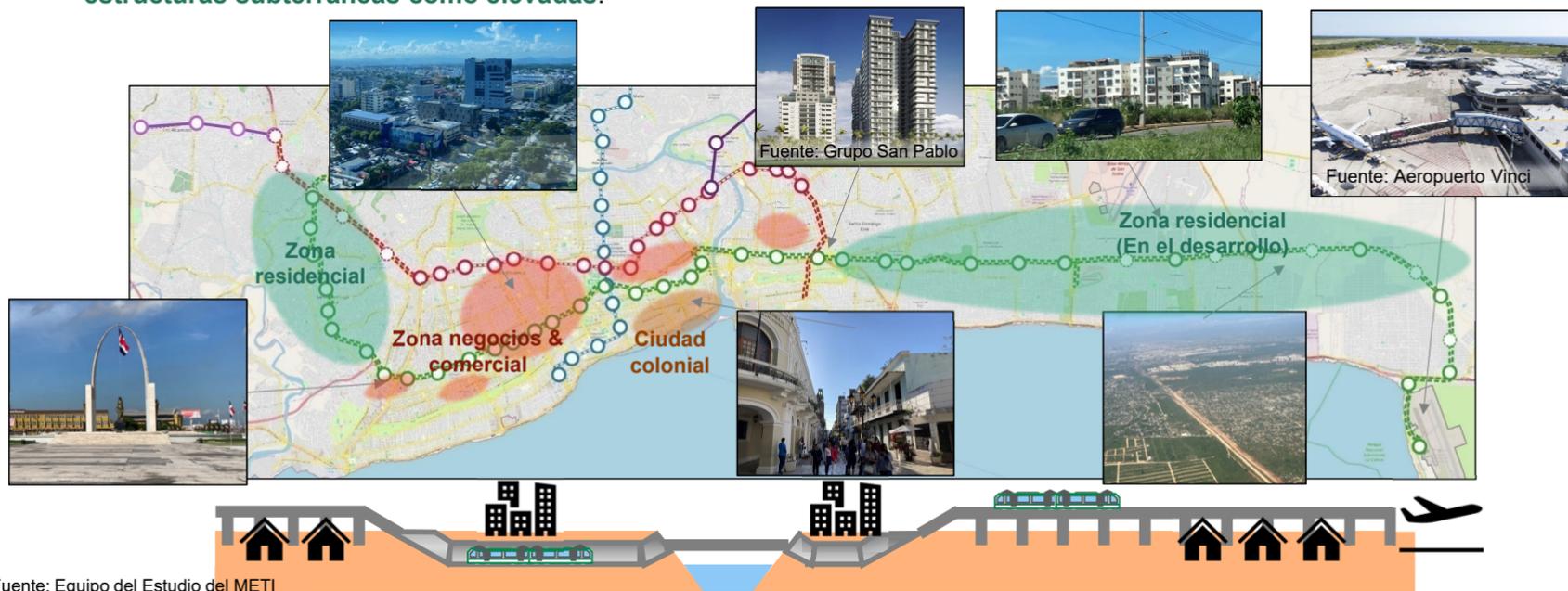
03. Plan Fundamental de la Línea 3 del Metro de Santo Domingo

03-1. Planificación de modos de transporte

03-1.1. Plan de ruta y características

■ Plan de ruta Descripción

- La Línea 3 será el **tercer eje urbano** después de la Línea 1 y la Línea 2, que conectará las áreas oriental y occidental de Gran Santo Domingo con el centro. La línea 3 reforzará la red de transporte público urbano como uno de los componentes clave del **Sistema Integrado de Transporte (SIT) conectando con Metro Línea 1 y Línea 2**.
- La Línea 3 permitirá al ciudadano acceder a la zona central del GSD y el aeropuerto para trabajar, estudiar, comprar y viajar sin preocupaciones de congestión.
- Teniendo en cuenta el ahorro de costos, el impacto sobre la expropiación de tierras y el tráfico por carretera, se aplicarán **tanto estructuras subterráneas como elevadas**.



03-1.1. Esquema del plan de ruta y características

■ Esquema del plan de ruta

- ❑ La Línea 3 es **el tercer eje urbano** después de la Línea 1 y la Línea 2. Esta línea servirá como segunda columna en la dirección este-oeste para atender la demanda de transporte y mitigar el congestionamiento del tráfico.
- ❑ La Línea 3 debe reforzar la red de transporte público urbano como uno de los componentes clave del **Sistema Integrado de Transporte (SIT)**.
- ❑ Esta línea tendrá varias funciones:
 - ✓ Área central: ferrocarril urbano que conecta las instalaciones comerciales y de negocios dentro de la ciudad,
 - ✓ Entre la zona central y oriental: Acceso al centro de la ciudad desde las áreas comerciales y residenciales suburbanas que se están desarrollando, así como acceso al Aeropuerto Internacional Las Américas.

■ Características de la Ruta

- ❑ **Área central:** estructura subterránea debido a la zona densamente urbanizada. La ruta pasara por la avenida 27 de Febrero excepto en **Av. México** desde el punto de vista del fácil acceso a las **oficinas gubernamentales, Ciudad Colonial**. Esto significa que se puede evitar el paso **elevado existente** a lo largo de la avenida 27 de Febrero. La ruta cruza el río Ozama con un valle profundo.
- ❑ **Sección de Transición:** La vía del metro debe ocupar la superficie terrestre en la sección de transición entre el tramo subterráneo y elevado.
- ❑ **Área oriental:** La estructura a nivel o elevada es aplicable debido a la zona suburbana. La ruta cruza carreteras intersectoriales.
- ❑ **Área occidental:** Se aplica estructura subterránea y suburbana.



Es esencial seleccionar un modo de transporte urbano adecuado que pueda desempeñar estos roles.

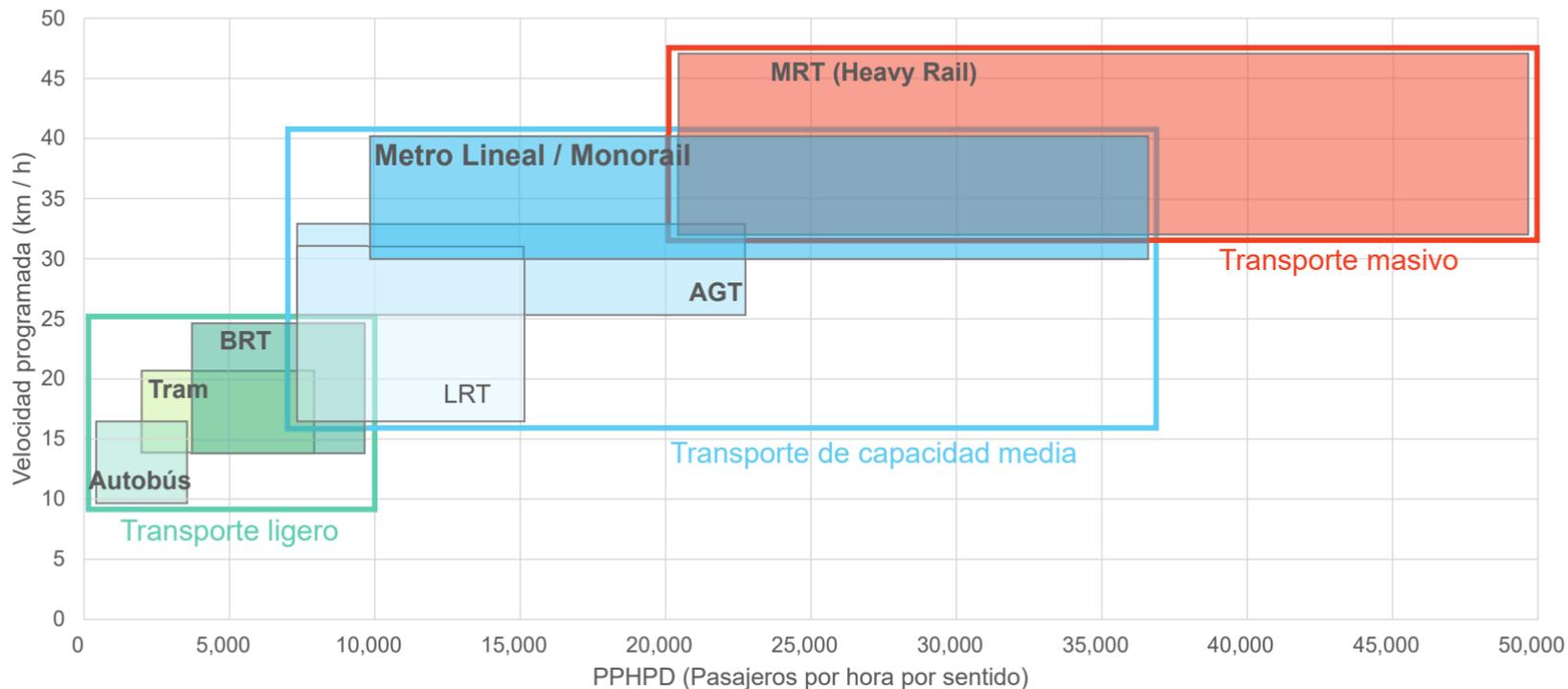
03-1.1. Plan de ruta y características

■ Esquema del plan de ruta en el centro de Santo Domingo

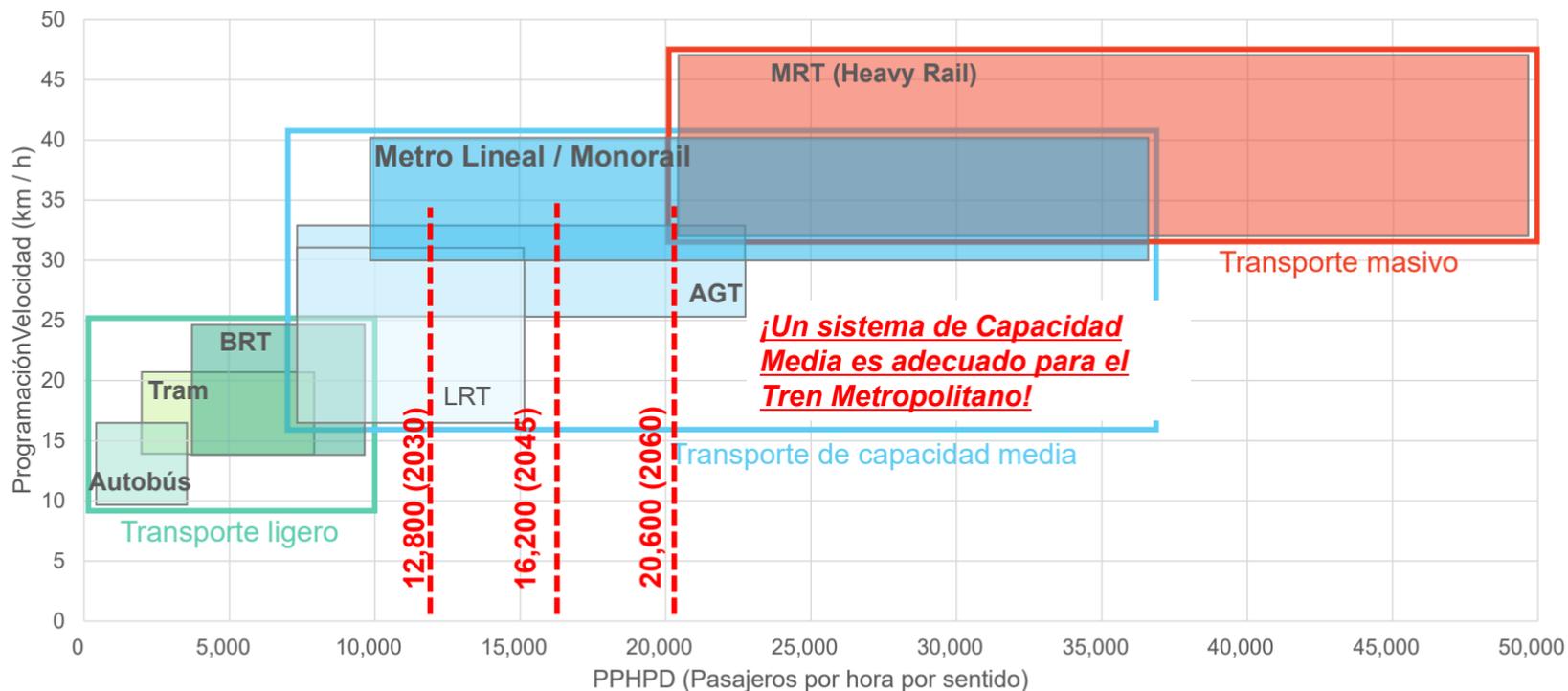


03-1.2. PPHPD y posibles modos de transporte

- El modo de transporte adecuado difiere según la demanda, es decir, el pasajero por hora por sentido (PPHPD, Passenger Per Hour Per Direction) y la velocidad esperada.



03-1.2. PPHPD y posibles modos de transporte



Modos de capacidad media (Metro Lineal, AGT, etc.) son adecuados para la Línea 3 (Tren Metropolitano) desde el punto de vista de la demanda futura (PPHPD)

03-1.3. Comparación y selección del modo de transporte

■ Características de modos de transporte urbano

Modo de Transporte	Metro Lineal	MRT (Metro convencional)	Monorriel	AGT (Automated Guideway Transit)	Maglev (como ferrocarril urbano)	
Foto						
Dimensión del coche (Longitud x anchura)	12 /15-16 m x 2.5 m	20 m x 2.8-2.95 m	15 m x 3 m	6-9 m x 2.5 m	12-14 m x 2.6-2.85 m	
PPHPD aplicable (capacidad óptima/máxima de pax/veh)	App.: 10,000 a 37,000 100/200 pax	App.: 20,000 – 50,000 o más (150 o 300 pax)	App.: 10,000 a 37,000 100/200 pax	App.: 7,000 a 23,000 60/120 Pax	App.: 7,000 – 20,000 80/130 pax	
Costos de construcción/km (*: No incluye los costos de diseño, supervisión, impuestos, intereses, tierra, inflación, etc.)	ELEV	50-90 millones de dólares	60-90 millones de dólares	50-70 millones de dólares	40-60 millones de dólares	Sin datos
	SUB	100-180 millones de dólares	140-210 millones de dólares	150-210 millones de dólares Monorriel se aplica básicamente para la sección elevada	100-150 millones de dólares El AGT subterráneo es poco en Japón	Sin datos
Velocidad programada	Entre 30 y 40 km/h	Entre 30 y 40 km/h	Aprox 30 km/h	Aprox: 30 km/h	30-40 km/h (en caso de parada corta dentro de la ciudad debido a baja capacidad de aceleración / desaceleración aunque alta velocidad máxima.)	
Flexibilidad en el alineamiento	Alta Radios mínimos de curva: 70-100m Pendiente máxima: 6%	Baja Radios mínimos de curva: 100-120 m Pendiente máxima: 3.5%	Alta Radius de curva mínima: 60 m Pendiente máxima: 6%	Alta Radios de curva mínima: 30 m Pendiente máxima: 6%	Alta Radios de curva mínima: 45-50 m Pendiente máxima: 7-10%	

03-1.3. Comparación y selección del modo de transporte

■ Comparación y selección del modo de transporte basado en las características de la ruta y previsión de demanda

Modo de transporte	Metro Lineal	MRT (Metro convencional)	Monorriel	AGT (Automated Guideway Transit)	Maglev (como ferrocarril urbano)
Capacidad de pasajeros	A Es compatible con SD Line-3	B Mayor a la demanda proyectada	A Es compatible con SD Line-3	A Es compatible con SD Line-3	A Es compatible con SD Line-3
Dificultad para instalación de vías de	A Menor impacto en la adquisición de tierras y reasentamiento.	C Gran impacto en la adquisición de tierras y reubicación a la poca flexibilidad del alineamiento.	A Menor impacto en la adquisición de tierras y reasentamiento.	A Mucho menos impacto en la adquisición de tierras y reasentamiento.	A Mucho menos impacto en la adquisición de tierras y reasentamiento.
Costo de construcción y contratación	A A medida que la Línea 3 pasa por el metro en la zona central, los costes de construcción son más bajos.	C A medida que la Línea 3 pasa bajo tierra en el área central, los costes de construcción son más altos.	C A medida que la Línea 3 pasa bajo tierra en el área central, los costes de construcción son más altos.	A A medida que la Línea 3 pasa por el metro en la zona central, los costes de construcción son más bajos.	N/A (Se assume como B)
Velocidad	A Tanto la velocidad de operación como la máxima son suficientemente altos como sistema de transporte urbano.	A Tanto la velocidad máxima como el horario son suficientemente altos como sistema de transporte urbano.	B La velocidad de operación es suficiente como sistema de transporte urbano.	B La velocidad de operación es suficiente como sistema de transporte urbano.	A La velocidad máxima es suficiente. (Por otro lado, la velocidad de operación en sección urbana (intervalo de estación corto) es menor debido a la baja capacidad de aceleración / desaceleración).
Seguridad en la evacuación	A La vía puede utilizarse como pasarela de evacuación. La superficie de la pista es fácil de caminar como las placas de reacción llenan los espacios entre traviesas.	B Puede utilizarse como paso de evacuación. Pero no es fácil caminar en la pista debido al ferrocarril y los traviesas.	C Dificultad para evacuar debido a la falta de pasarela.	A La pista es lo suficientemente ancha como para la evacuación y bastante plana como para caminar.	C Dificultad para evacuar debido a la falta de pasarela.
Expansión como grado a la zona suburbana	A (en el caso de OHC) La expansión a la zona suburbana es posible mediante la instalación de un cruce a nivel para MRT con línea de contacto superior. (Se necesita una consideración especial.)	A (en el caso de OHC) La expansión a la zona suburbana es posible mediante la instalación de un cruce de nivel para MRT con línea de contacto superior.	C La expansión a la zona suburbana en el suelo es difícil debido a la altura de la viga y tercer riel con alta tensión.	C La expansión a las zonas suburbanas en el terreno es difícil debido al tercer riel con alta tensión y la necesidad de una vía guía en el cruce del nivel.	C La expansión al área suburbana es difícil debido a la línea de energía bajo pista con alta tensión.

OHC: Contacto superior

Fuente: Equipo de estudio METI (basado en informes de la Asociación Japonesa del Metro, etc.)

(continúa en la siguiente página)

03-1.3. Comparación y selección del modo de transporte

■ Comparación y selección del modo de transporte basado en las características de la ruta y previsión de demanda (continuación)

Modo de transporte	Metro Lineal	MRT (Metro convencional)	Monorriel	AGT (Automated Guideway Transit)	Maglev (como ferrocarril urbano)
Compatibilidad con la red ferroviaria existente	B No se puede lograr la interoperabilidad. Sin embargo, el taller para la revisión se puede compartir si el gálibo es el mismo.	A La interoperabilidad se puede lograr si el sistema de la Línea 3 es idéntico a las Líneas 1 y 2.	C No se puede lograr la interoperabilidad. Tampoco se puede compartir el taller de mantenimiento.	C No se puede lograr la interoperabilidad. Tampoco se puede compartir el taller de mantenimiento.	C No se puede lograr la interoperabilidad. Tampoco se puede compartir el taller de mantenimiento.
Operación y mantenimiento	B Se puede lograr O&M, aunque la placa de reacción y el material rodante son diferentes. Notar que el taller para la mantenimiento general puede ser compartido si el gálibo y OHC DC1500V son iguales. (Se necesita una consideración especial.)	A O&M se puede lograr fácilmente ya que todo el sistema es igual a las Líneas 1 y 2.	C También se requieren diferentes habilidades.	C También se requieren habilidades diferentes.	C También se requieren habilidades diferentes.
Impacto en el paisaje y ruido	B Los grandes viaductos son pesados excepto la sección subterránea. El ruido es alto debido a las ruedas de acero.	B Los grandes viaductos son pesados excepto la sección subterránea. El ruido es alto debido a las ruedas de acero.	A Las vigas delgadas alivian la presión causada por viaductos. Poco ruido debido a los neumáticos.	B La presión del viaducto es mayor que la de monorail, pero menor que la del MRT elevado. Poco ruido debido a los neumáticos.	B Los grandes viaductos son pesados excepto la sección subterránea. Poco ruido debido a la levitación magnética sin contacto
Condiciones de Competitividad	B Muchos fabricantes de material rodante pueden participar en la licitación.	A Todos los fabricantes de material rodante pueden participar en la licitación.	C Algunos fabricantes de material rodante pueden unirse a la oferta.	C Algunos fabricantes de material rodante pueden unirse a la oferta.	C Algunos fabricantes de material rodante pueden unirse a la oferta.
Puntaje total	42 1o Ranking	36 2o Ranking	24 5o Ranking	30 3o Ranking	26 4o Ranking

A como 5, B como 3 y C como 1



El Metro Lineal fue seleccionado como el modo de transporte recomendado para la Línea 3

03-1.4. Efectos de la Introducción del Modo de Transporte Recomendado

■ Mejora de la accesibilidad a lugares importantes

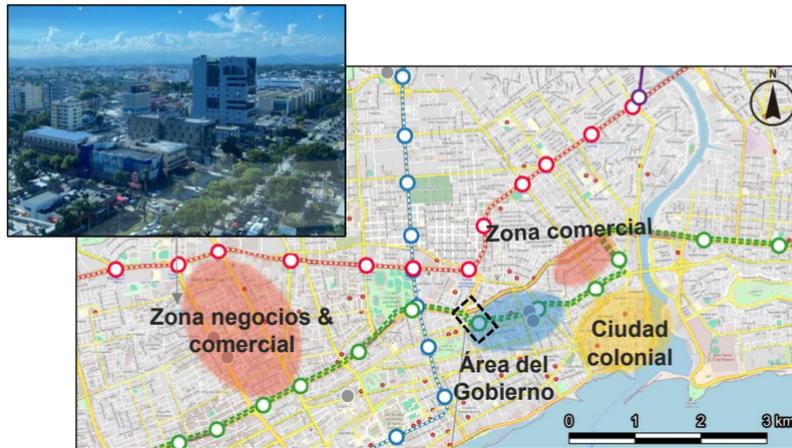
- La flexibilidad del Metro Linear en la planificación de rutas permite una ruta óptima que estaría cerca de muchas áreas importantes para negocios, compras y visitas turísticas.



Ciudad Colonial

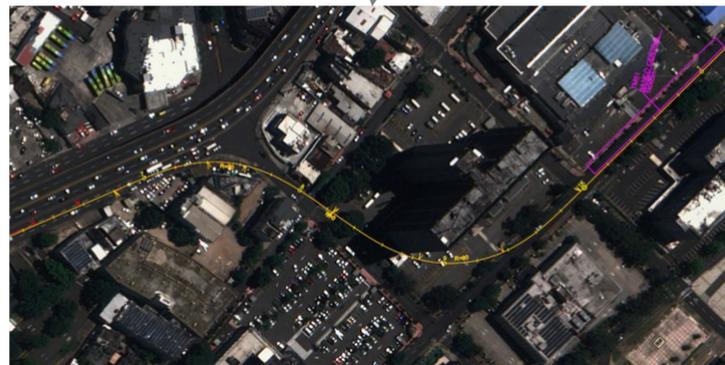


Palacio Presidencial



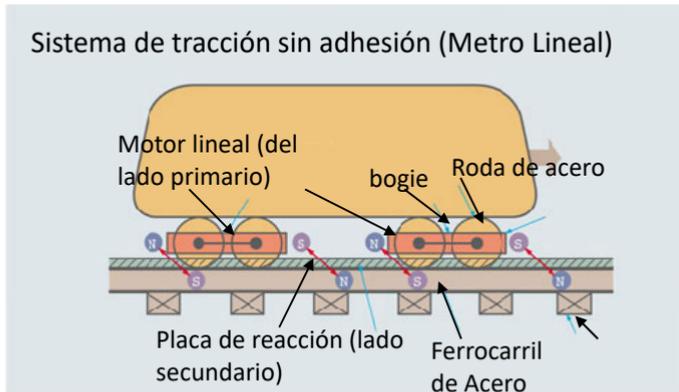
■ Minimalización de interferencias con la estructuras existentes

- Gracias a la aplicabilidad a curvas cerradas, se pueden evitar en la medida de lo posible las interferencias con los edificios existentes incluso en calles estrechas.

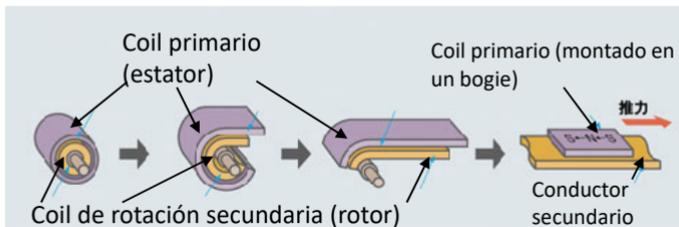


03-1.4. Efectos de la Introducción del Modo de Transporte Recomendado

- El Metro Lineal (LIM) es un sistema de transporte urbano que utiliza motor lineal.
 - Un motor lineal es un motor rotativo que ha sido cortado y puesto plano.
 - Una corriente alterna de tres fases se pasa a la bobina primaria, montada en el Bogie, generando un campo magnético (campo magnético cambiante).
 - Al mismo tiempo, se genera un campo magnético en el conductor secundario (placa de reacción). Fijado a las traviesas.
 - La fuerza magnética resultante (atracción / repulsión) se utiliza para traccionar y frenar el vehículo, lo cual es altamente ventajoso en comparación con los sistemas que dependen de la adherencia entre las ruedas y los rieles del MRT.



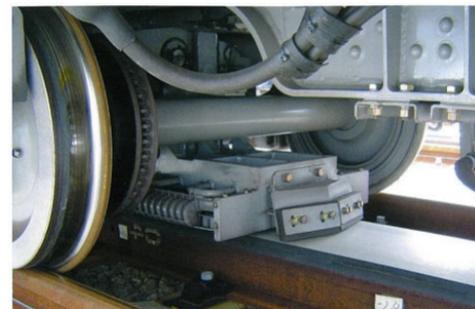
- Aplicable a líneas con pendientes pronunciadas y curvas pequeñas.
- El costo del proyecto puede reducirse debido al pequeño diámetro del túnel.
- Tecnología probada. (El primer LIM en Japón se abrió en 1990. 7 ciudades aplican el LIM ahora en Japón.)



Fuente: Smart Linear Metro (Nuevo Sistema de Ferrocarril Motor Lineal), Japan Subway Association, 2014



Nanakuma Subway, Fukuoka, Japón



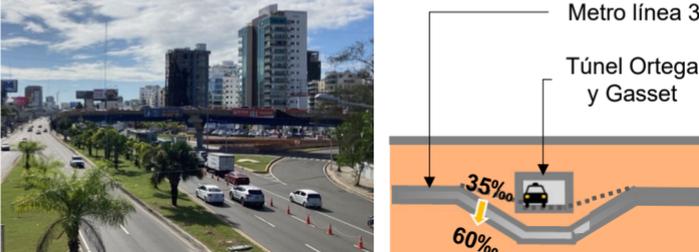
Motor lineal y placa de reacción

Fuente: Japanese Railway Information No.104, JORSA, 2007

03-1.4. Efectos de la Introducción del Modo de Transporte Recomendado

■ Ventajas del Metro Lineal como ferrocarril urbano

- ❑ El metro lineal avanza y se detiene **con fuerza magnética**, mientras que el metro convencional utiliza la **fricción entre el riel y la rueda**.
- ❑ Por lo tanto, el metro lineal puede pasar **por curvas cerradas y pendientes pronunciadas**, en comparación con el metro convencional.
- ❑ La ventaja de este metro lineal permite una **planificación óptima de las rutas** y contribuye a **reducir la adquisición de terrenos**.

Ventajas	Fotografía	especificaciones	Estudio de casos en línea 3
Aplicaciones para curva cerrada		Radios de curva mínima Metro lineal: 70-100 m Metro convencional: 100-120 m Metro Líneas 1 y 2: 150 m	<p>La ruta se puede planificar sin conflictos con edificios</p> 
Aplicación a pendiente pronunciada		Grado máximo Metro lineal: 6% Metro convencional: 3.5% Metro Líneas 1 y 2: 4%	

03-1.4. Efectos de la Introducción del Modo de Transporte Recomendado

■ Amplias ventajas con la introducción del sistema de Metro Lineal (LIM)

Sistema tarifario POP: Sistema tarifario de comprobante de pago
Fuente: Asociación del Metro de Japón

□ LIM utiliza eficazmente las **características de no adherencia** del sistema de motor lineal

- ✓ **Menores costos de construcción** (gracias al uso de vías elevadas y estaciones subterráneas de poca profundidad).
- ✓ Más rápido y cómodo (alta velocidad, gran aceleración/desaceleración, posibilidad de crear nodos de tránsito con las estaciones de ferrocarril existentes).

□ LIM ofrece transporte en cualquier condición meteorológica y se adapta a operaciones sin conductor y/o de alta frecuencia.

□ La construcción de LIM requiere **menos espacio**. LIM puede desarrollarse bajo tierra, a nivel en medianas centrales y en vías elevadas, aprovechando su aplicabilidad a **pendientes pronunciadas y curvas cerradas**.

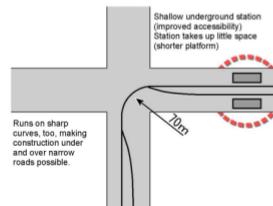
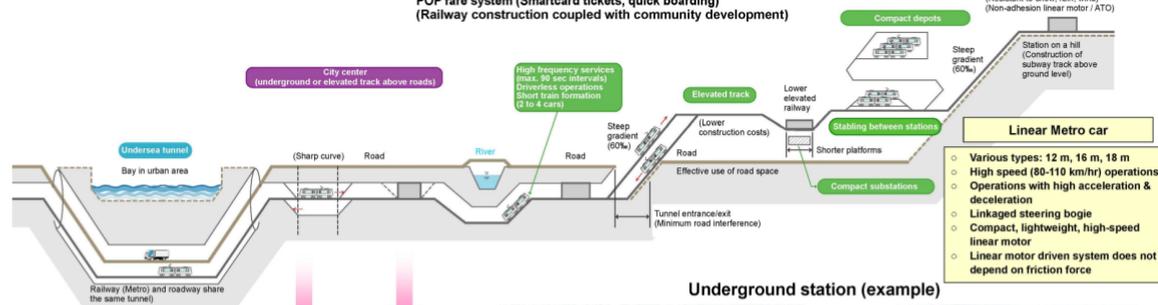
□ Los costos de construcción de LIM pueden ser **significativamente inferiores a los** de un sistema de metro convencional.

Elevated station (example)



Direct connections with commercial and office buildings (for improved accessibility)
POP fare system (Smartcard tickets, quick boarding)
(Railway construction coupled with community development)

City suburbs (Both elevated and ground level track)
All-weather system (Resistant to snow, rain, wind)
(Non-adhesion linear motor / ATO)



Underground station (example)



One-floor underground station (open access)

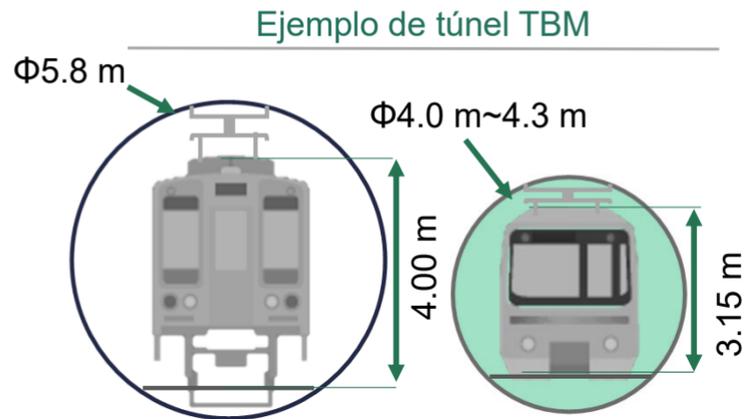


POP fare system (Smartcard ticket, quick boarding)

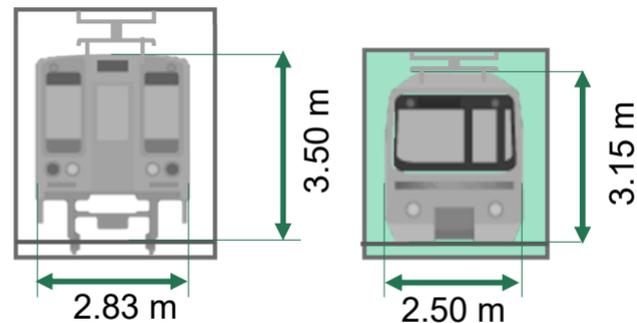
03-1.4. Efectos de la Introducción del Modo de Transporte Recomendado

■ Reducción drástica de la sección transversal del túnel

- Como **el tamaño de los equipos, debido al motor debajo del piso, es menor que** en el metro convencional, **la sección transversal del Metro Lineal es menor que** en el metro convencional, manteniendo el espacio interior.
- Gracias a la pequeña sección transversal del material rodante, la sección transversal del túnel del Metro Lineal puede ser menor.



Ejemplo de túnel cuadrado



Metro convencional

Metro Lineal

	Metro convencional	Metro Lineal
Modelo	Modelo de 20 m	Modelo de 16 m
Diámetro del Túnel Circular	5.8 m	4.3 m
Altura interior	2.2 m	2.1 m
Altura del suelo	1.1 m	0.8 m
Diámetro de la rueda	860 mm	610 mm

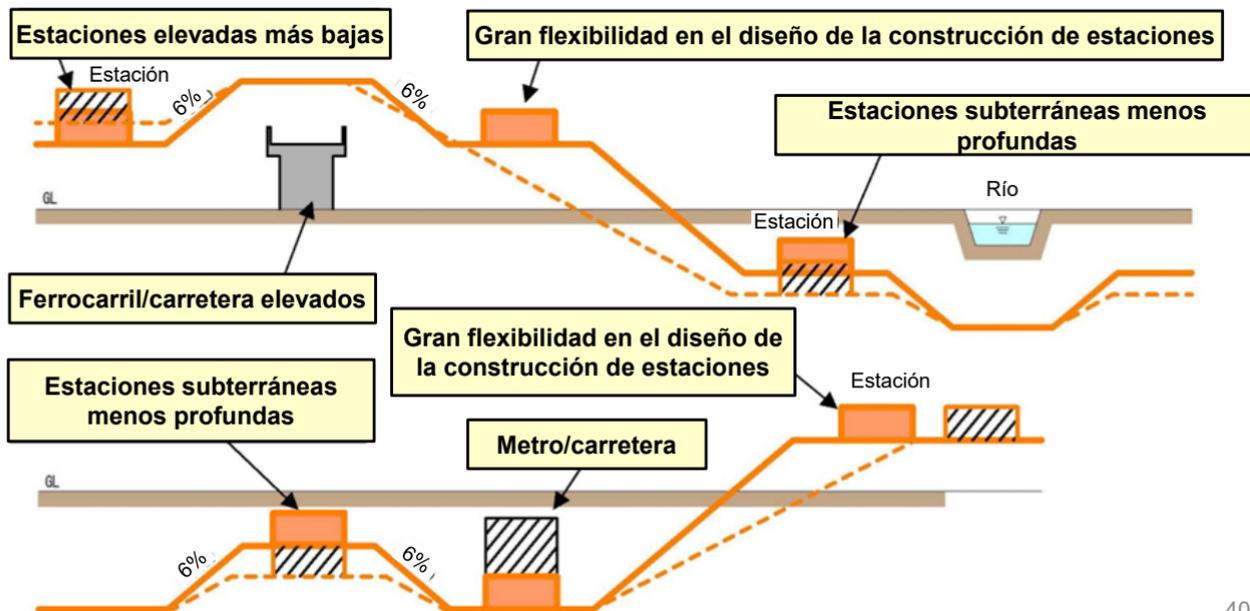
03-1.4. Efectos de la Introducción del Modo de Transporte Recomendado

■ Planificación flexible de rutas verticales

■ Como el Metro Lineal puede superar **pendientes pronunciadas** con una inclinación máxima del 6%, es posible diseñar la alineación vertical de forma más flexible que el metro convencional. Así pues, tanto las estructuras elevadas como las subterráneas pueden desarrollarse en **lugares preferibles o más convenientes** en términos de costo y facilidad de uso para los pasajeros.

■ Otro efecto de ahorro aplicando una pendiente pronunciada:

- ✓ Acortamiento del tramo de transición entre tramos subterráneo y elevado.
- ✓ Acortamiento de la longitud del paso elevado en los puntos que cruzan la carretera.
- ✓ Reducción de la altura de las estaciones elevadas,
- ✓ Construcción de estaciones subterráneas a menor profundidad



03-1.4. Efectos de la Introducción del Modo de Transporte Recomendado

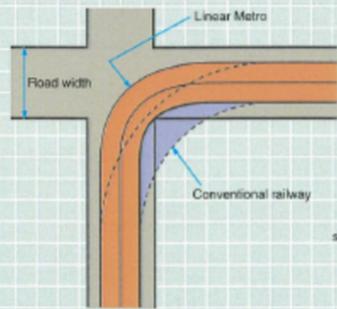
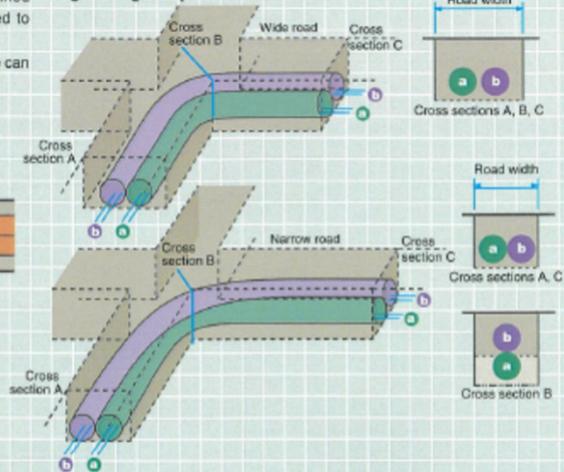
■ Alineamiento horizontal flexible

- El alineamiento puede diseñarse dentro de terrenos públicos (bajo la carretera, etc.) para evitar la adquisición de tierras a gran escala y el reasentamiento.
- El alineamiento puede pasar dentro de la carretera estrecha o sinuosa.

Flexible route planning.

- Routes on and under the ground can be planned according to existing roads, eliminating the need to buy private land lot or modify buildings.
- Routes are even possible on narrow roads. Route can be planned according to given conditions.

Negotiating sharp curves within road widths

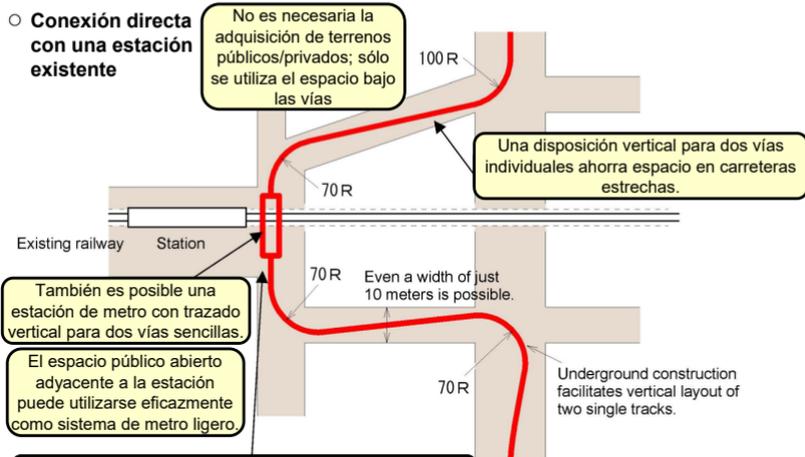


Aumentar el número de pasajeros facilitando los transbordos con el metro existente

○ Conexión directa con una estación existente

No es necesaria la adquisición de terrenos públicos/privados; sólo se utiliza el espacio bajo las vías

Una disposición vertical para dos vías individuales ahorra espacio en carreteras estrechas.

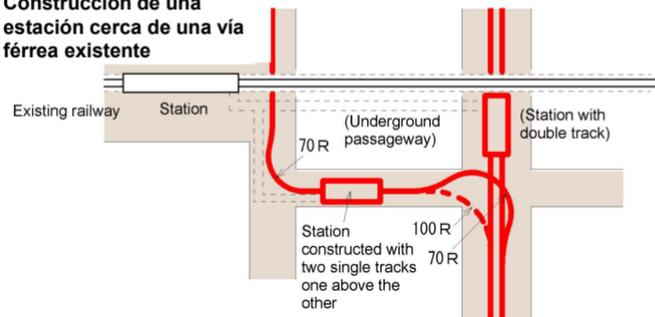


También es posible una estación de metro con trazado vertical para dos vías sencillas.

El espacio público abierto adyacente a la estación puede utilizarse eficazmente como sistema de metro ligero.

Desarrollo urbano hermanado con construcción ferroviaria: Subir y bajar es sencillo incluso con calzado supercasual.

○ Construcción de una estación cerca de una vía férrea existente



03-2. Plan Fundamental

03-2.1. Plan de ubicación de las estaciones

■ Plan de ubicación de las estaciones

- Básicamente, la ubicación de las estaciones se planea con referencia al plan original propuesto por FITRAM (37 estaciones), pero se realiza una consideración detallada para aprovechar las ventajas del metro lineal.
- Los siguientes aspectos se consideran para la planificación de las estaciones
 - ✓ Conexión con la red de metro y autobuses existentes
 - ✓ Cercanía a las principales intersecciones
 - ✓ Cercanía a centros comerciales, grandes oficinas gubernamentales, etc.
 - ✓ El intervalo de estaciones es i) 0.5–1 km para asegurar la accesibilidad a pie en el área central y ii) 1.5–2 km para garantizar la accesibilidad en autobuses, etc. en zona suburbana.
 - ✓ Se añade una estación para mantener el intervalo de estaciones en el lado Oeste del río Ozama y dos estaciones se fusionan en una sola estación debido a que está demasiado cerca al lado Este de Plaza de la Bandera.
 - ✓ Algunas estaciones se abrirán más tarde de acuerdo con el desarrollo en zona suburbana para reducir el coste inicial.

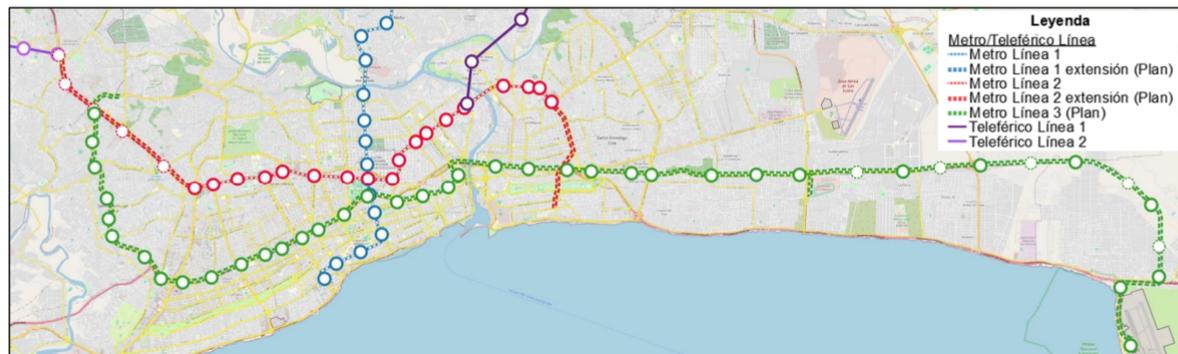


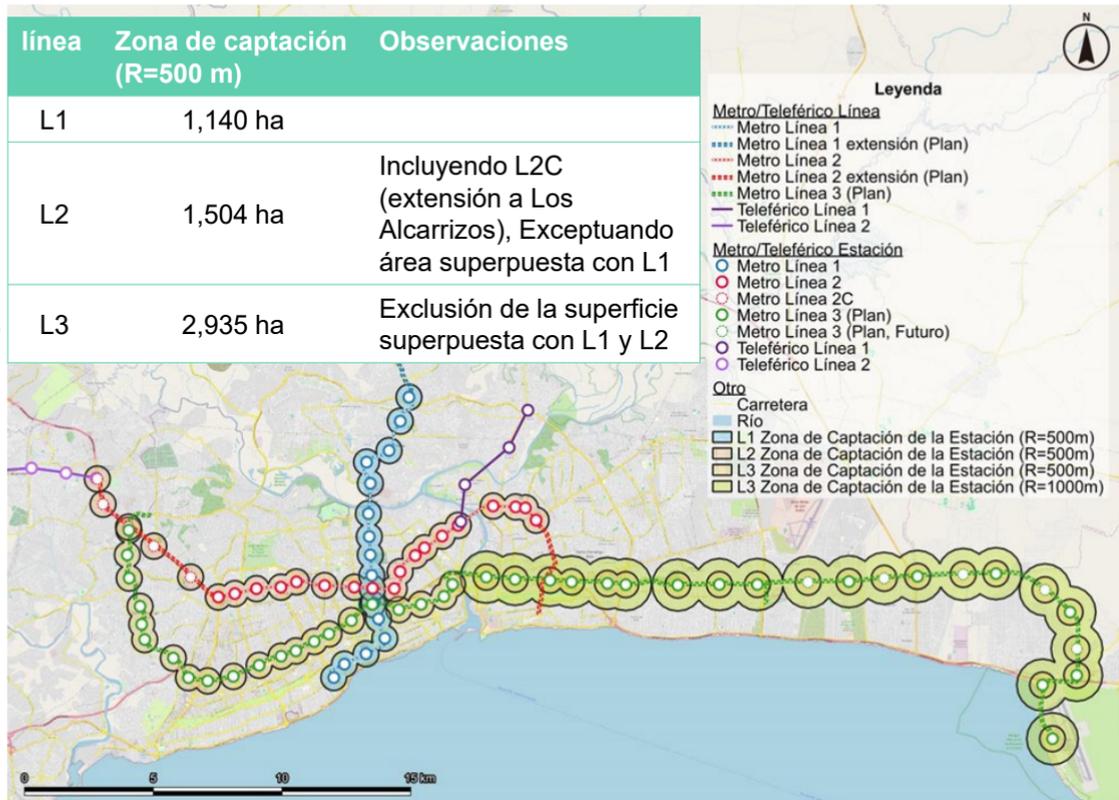
Tabla 1. Estaciones Tren Metropolitano Etapa 1 – 27 de Febrero Este

CÓDIGO	UBICACIÓN	COORDENADAS
E-1	TERMINAL CENTRO OLIMPICO	18.47822, -69.91438
E-E2	BANCO CENTRAL	18.47483, -69.90721
E-E3	PALACIO NACIONAL	18.47646, -69.89632
E-E4	DUARTE CON PARIS	18.4838, -69.89181

03-2.1. Plan de ubicación de las estaciones

■ Zona de captación por estaciones

- El intervalo de estaciones de la Línea 3 planificado por FITRAM puede ser definido como adecuado desde el punto de vista del área de captura por estaciones en la Línea 3 (Distancia caminable a/de las estaciones). Ilustrar la zona de captación de cada estación con un círculo de radio de 500 metros alrededor de cada estación en el mapa.
- Se espera que **la captación de estación** (accesibilidad al metro) **se expanda** en las siguientes áreas.
 - ✓ El sur del Distrito Nacional
 - ✓ Santo Domingo Este
 - ✓ Santo Domingo Oeste
- De hecho, el área de captación (500 m desde la estación del metro) se **incrementará dos veces** (2,608 ha + 2,935 ha) con el desarrollo de Línea 3.



03-2.1. Plan de ubicación de las estaciones

■ Plan de ubicación de estaciones en la sección oriental (Aeropuerto a Campo Lindo)

Cód. No.	FITRAM No	Nombre de estación (Tentativo)	Descripción
TM75	E-E20	Aeropuerto Las Américas	● Terminal de acceso al aeropuerto (elevado) , Estación terminal para Fase1B
TM74	E-E19	Terminal La Caleta	● Estación elevada para i) viviendas en la zona norte del aeropuerto, ii) mantener aprox. 2km de interval entre estaciones
TM73	E-E18	Instituto Tec. las Américas	● Estación elevada para i) adyacente a la intersección de Autopista Las Américas y C. Las Caobas (transferencia al transporte alimentador por carretera incluido Boca Chica), ii) futuro desarrollo urbano, iii) mantenimiento de aprox. 2 km de intervalo entre estaciones.
TM72	-	Futura Estación 05	● Futura estación elevada para el futuro desarrollo urbano para mantener menos de 2 km de intervalo entre las estaciones.
TM71	E-E17	Villa Panamericana	● Estación elevada para i) zona residencial Villa Panamericana, ii) futuro desarrollo urbano, iii) mantener aprox. 2km de interval entre estaciones
TM70	-	Futura Estación 04	● Futura estación elevada para el futuro desarrollo urbano para mantener menos de 2 km de intervalo entre las estaciones.
TM69	E-E16	Campo Lindo	● Estación elevada para i) desarrollo urbano futuro, ii) mantener aprox. 2km de interval entre estaciones. ● Estación con lateral para tren rápido

«Leyenda»

- Estación por FITRAM (ligeramente movida)
- Estación adicional
- Estación Integrada
- Estación Futura



03-2.1. Plan de ubicación de las estaciones

■ Plan de ubicación de estaciones en la sección oriental (Campo Lindo a Terminal de Fase 1A adyacente al depósito)

Cód. No.	FITRA M No	Nombre de estación (Tentativo)	Descripción
TM68	-	Futura Estación 03	● Futura estación a nivel para el futuro desarrollo urbano, para mantener menos de 2 km de intervalo.
TM67	E-E15	Circunvalación SD	● Estación a nivel para i) adyacente a la intersección de Av. Ecológica y Autop. Juan Pablo II (transferencia para los modos de transporte del alimentador por carretera), ii) desarrollo urbano futuro, iii) mantener aprox. 2km entre estaciones.
TM66	-	Futura Estación 02	● Futura estación a nivel para el futuro desarrollo urbano, para mantener menos de 2 km de intervalo.
TM65	E-E14	Ciudad Juan Bosch	● Estación elevada para i) viviendas adyacentes a Ciudad Juan Bosch, ii) conectar con la red de autobuses urbanos, iii) futuro desarrollo urbano, iv) mantener aprox. 2km entre estaciones
TM64	-	Futura Estación 01	● Futura estación a nivel para el futuro desarrollo urbano, para mantener menos de 2 km de intervalo.
TM63	E-E13	Hipódromo V Centenario	● Estación de acceso al depósito, estación terminal para la fase 1A. ● Estación elevada para i) ii) conectar con la red de autobuses urbanos (adyacente al terminal de autobuses), ii) adyacente a la intersección de Av. Ecológica y Av. Hipódromo II (transferencia para los modos de transporte alimentador por carretera), iii) futuro desarrollo urbano, iv) usuarios del Hipódromo ● Los trenes rápidos se detienen en esta estación.

«Leyenda»

- Estación por FITRAM (ligeramente movida)
- Estación adicional
- Estación Integrada
- Estación Futura



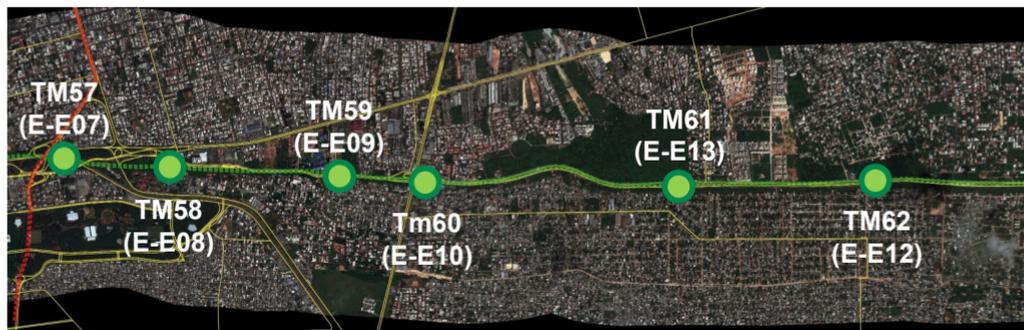
03-2.1. Plan de ubicación de las estaciones

■ Plan de ubicación de estaciones en la sección oriental (Depósito hasta Estación de transferencia con Línea 2 del Metro)

Cód. No.	FITRAM No	Nombre de estación (Tentativo)	Descripción
TM62	E-E12	Brisa Oriental	● Estación elevada para i) viviendas adyacentes a Brisa Oriental, ii) futuro desarrollo urbano, iii) mantener menos de 2 km de intervalo entre estaciones.
TM61	E-E11	Los Frailes	● Estación elevada para i) viviendas adyacente a Villa Eloisa, Nuevo Amanecer, etc., ii) futuro desarrollo urbano (Country Kapital), iii) mantener menos de 2 km de intervalo entre estaciones.
TM60	E-E10	Charles de Gaulle	● Estación elevada para i) adyacente a la intersección de Av. Ecologica y Av. Charles de Gaulle (transfer para modos de transporte alimentado por carretera), ii) conectando con la red de autobuses urbanos, iii) mantener menos de 2 km entre estaciones.
TM59	E-E09	Los Tres ojos	● Estación elevada para i) viviendas adyacente a Los Tres Ojos, Paraiso Oriental, etc., ii) futuro desarrollo urbano, iii) mantener menos de 2 km de intervalo entre estaciones.
TM58	E-E08	Terminal Interurbana del Este	● Estación elevada para i) adyacente a la intersección de Av. Ecologica y Autopista de San Isidro (transfer para modos de transporte alimentador por carretera), ii) mantener menos de 2 km entre estaciones.
TM57	E-E07	Parque del Este	● Estación elevada para i) conexión con la Línea Metro-2, ii) conectando con la red de autobuses urbanos, iii) adyacente al cruce de Av. Ecologica y Av. San Vicente de Paul (transferencia para modos de transporte por carretera), iv) futuro desarrollo urbano, v) mantener menos de 2 km de intervalo entre estaciones.

«Leyenda»

- Estación por FITRAM (ligeramente movido)
- Estación adicional
- Estación Integrada
- Estación Futura



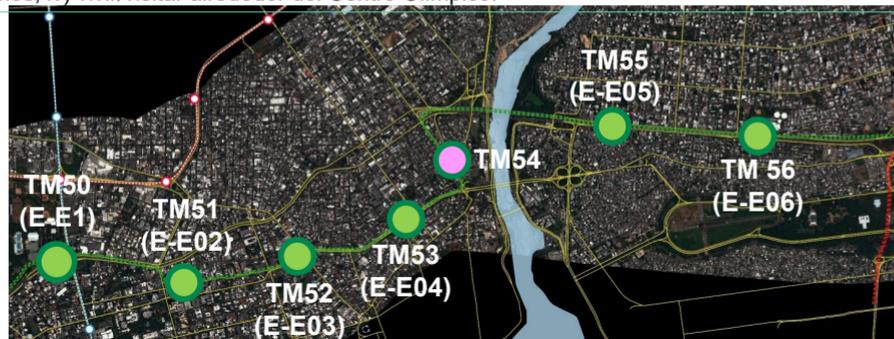
03-2.1. Plan de ubicación de las estaciones

- Plan de ubicación de estaciones en la sección oriental (desde el cruce con la Línea 2 del Metro hasta el cruce con la Línea 1 (estación de inicio de la Fase 1A))

Cód. No.	FITRAM No	Nombre de estación (Tentativo)	Descripción
TM56	E-E06	Dario Contreras	● Estación subterránea para i) residencia/visita adyacentes a la estación (Ensanche Ozama), ii) mantener menos de 2 km de intervalo entre estaciones.
TM55	E-E05	Faro y Colón	● Estación subterránea para i) residencia/visita la orilla este del río Ozama a lo largo de Autpista Las Américas, ii) mantener menos de 2 km de intervalo entre estaciones.
TM54		C. Josefa Brea (Río Ozama Oeste)	● Estación subterránea adicional para i) residencia/visita a la orilla oeste del río Ozama a lo largo de C. Josefa Brea, ii) mantener aprox. 1 km de estación.
TM53	E-E04	Parque Enriquillo	● Estación de metro para i) residencia/visita alrededor Ciudad Colonial, China ciudad, San Carlos, Parque Independencia, Parque Enriquillo, Ave. Juan Pablo Duarte (distrito comercial) etc., ii) conectarse con la red de autobuses ciudad/intercity, iii) mantener aprox. 1 km de estación.
TM52	E-E03	Palacio Nacional	● Estación subterránea para i) visitar oficinas presidenciales / ministeriales / gubernamentales, ii) conectarse con la red de autobuses urbanos, iii) viviendas en el centro de Av. México, iv) mantener aprox.1 km de intervalo entre estaciones.
TM51	E-E02	Banco Central	● Estación subterránea para i) visitar alrededor de oficinas ministeriales / gubernamentales, ii) conectarse con la red de autobuses urbanos, iii) viviendas a lo largo del oeste de Av. México, iv) mantener aprox.1 km de estación.
TM50	E-E01	Terminal Centro Olímpico	● Estación de inicio Fase 1A. ● Estación subterránea para i) conexión con Metro Línea-1 (Juan Bosch Sta.), ii) adyacente al cruce de Av. 27 de Febrero y Av. Maximo Gomez (transfer para modos de transporte por carretera), iii) conectando a la red de autobuses urbanos, iv) vivir/visitar alrededor del Centro Olímpico.

«Leyenda»

- Estación por FITRAM (ligeramente movido)
- Estación adicional
- Estación Integrada
- Estación Futura



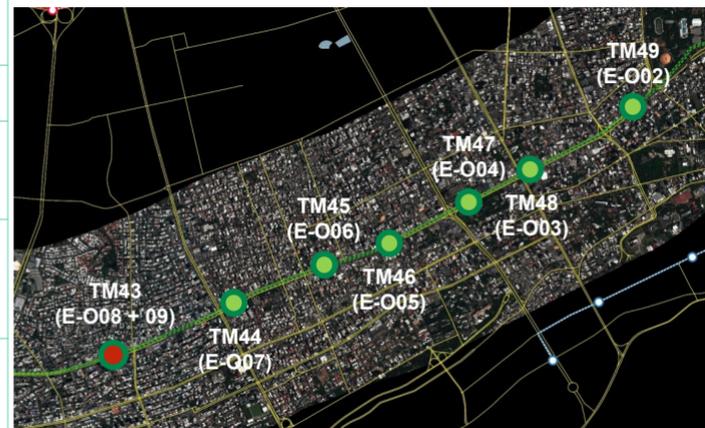
03-2.1. Plan de ubicación de las estaciones

■ Plan de ubicación de estaciones en la sección occidental (cruce con Línea 1 hasta Plaza de la Bandera)

Cód. No.	FITRA M No	Nombre de estación (Tentativo)	Descripción
TM49	E-O02	Av. Alma Mater (Tiradentes)	● Estación subterránea para i) adyacente a la intersección de Av. 27 de Febrero y Av. Alma Mater (transfer para modos de transporte por carretera), ii) residencia/visita alrededor del Parque Iberoamerica, iii) mantener aprox. 1 km entre estaciones.
TM48	E-O03	Av. Abraham Lincoln	● Estación subterránea para i) adyacente a la intersección de Av. 27 de Febrero y Av. Abraham Lincoln (transfer para modos de transporte por carretera), ii) conectando con la red de autobuses urbanos, iii) residencia/visita alrededor de la estación, iv) manteniendo aprox. 1 km entre estaciones.
TM47	E-O04	Av. Winston Churchill	● Estación subterránea para i) adyacente al cruce de Av. 27 de Febrero y Av. Winston Churchill (transfer para modos de transporte por carretera), ii) conectando con la red de autobuses de la ciudad, iii) residencia/visita alrededor del Centro Comercial Plaza Central, iv) manteniendo aprox. 1 km entre estaciones.
TM46	E-O05	Bella Vista	● Estación subterránea para i) residencia/visita alrededor de Bella Vista, iii) mantener aprox. 1 km entre estaciones.
TM45	E-O06	Av. Doctor Defillo	● Estación subterránea para i) adyacente a la intersección de Av. 27 de Febrero y Av. Doctor Defillo (transfer para modos de transporte por carretera), ii) residencia/visita alrededor de la estación, iii) mantener aprox. 1 km entre estaciones.
TM44	E-O07	Av. Nunez de Caceres	● Estación subterránea para i) adyacente a la intersección de Av. 27 de Febrero y Av. Nunez de Caceres (transfer para modos de transporte alimentador por carretera), ii) conectando con la red de autobuses urbanos, iii) residencia/visita alrededor de la estación, iv) manteniendo aprox. 1 km entre estaciones.
TM43	E-O08 + O09	Av. Antonio Guzman Fernandez	<ul style="list-style-type: none"> ● Estación integrada por la fusión de las estaciones originales "E-O08:Av.Privada" y "E-O09:Av. Caonabo Station" debido a intervalos demasiado estrechos entre estas estaciones. ● Estación subterránea para i) adyacente al cruce de Av. 27 de Febrero y Av. Antonio Guzman Fernandez (transfer para los modos de transporte del alimentador por carretera), ii) residencia/visita alrededor de la estación, iii) mantener aprox. 1 km entre estaciones.

«Leyenda»

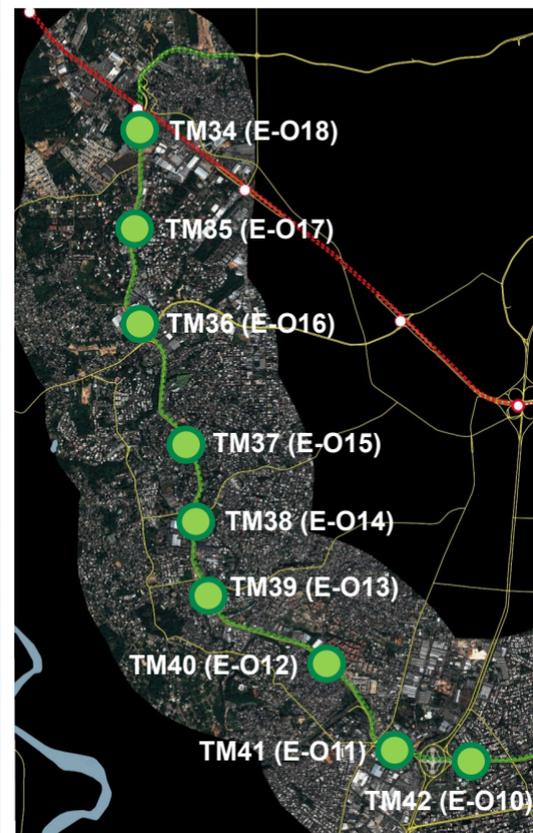
- Estación por FITRAM (ligeramente movido)
- Estación adicional
- Estación Integrada
- Estación Futura



03-2.1. Plan de ubicación de las estaciones

■ Plan de ubicación de estaciones en la sección occidental (Plaza de la Bandera a la Terminal Oeste)

Cód. No.	FITRA M No	Nombre de estación (Tentativo)	Descripción
TM42	E-O10	Plaza de la Bandera	● Estación subterránea para i) adyacente al lado este de la Plaza de la Bandera redondeado (transfer para los modos de transporte por carretera), ii) residencia/visita alrededor del lado oriental de la Plaza de la Bandera, iii) mantener aprox. 1 km entre estaciones
TM41	E-O11	Terminal Interurbana del Sur	● Estación subterránea para i) adyacente al lado oeste de la Plaza de Bandera redondo y intersección de Prol. Av. 27 de Febrero y Autopista 6 de Noviembre (transfer para los modos de transporte por carretera), ii) traslado a la terminal interurbana de autobuses, iii) residencia/visita alrededor del lado oeste de Plaza de la Bandera, iv) mantener aprox. 1 km entre estaciones
TM40	E-O12	Engombe	● Estación subterránea para i) residencia/visita alrededor de la estación, iii) mantener aprox. 1 km entre estaciones
TM39	E-O13	Herrera	● Estación elevada para i) adyacente a la intersección de Prol. 27 de Febrero y Av. México (transferencia para los modos de transporte), ii) residencia/visita alrededor de la estación, iii) mantener aprox. 1 km entre estaciones
TM38	E-O14	Las Palmas	● Estación elevada para i) adyacente a la intersección de Prol. Av. 27 de Febrero y Av. Las Palmas (transfer para los modos de transporte por carretera), ii) residencia/visita alrededor de la estación, iii) mantener aprox. 1 km entre estaciones.
TM37	E-O15	Las Caobas	● Estación elevada para i) adyacente al depósito de autobuses de la ciudad, ii) residencia/visita alrededor de Parque Las Caobas, iii) mantener aprox. 1 km entre estaciones
TM36	E-O16	Manolito	● Estación elevada para i) adyacente a la intersección de Prol. Av. 27 de Febrero y Av. Los Beisbolistas (transfer para los modos de transporte por carretera), ii) residencia/visita alrededor de la estación, iii) mantener aprox. 1 km entre estaciones
TM35	E-O17	Alameda	● Estación elevada para i) residencia/visita alrededor de Alameda, iii) mantener aprox. 1 km entre estaciones
TM34	E-O18	República de Colombia	● Estación Terminal 2. ● Estación subterránea para i) conexión con Metro Line-2, ii) adyacente al cruce de Prol. Av. 27 de Febrero y Autopista Duarte (transfer para modos de transporte por carretera), iii) residencia/visita alrededor de la estación



03-2.2. Ubicación candidata para el depósito

■ Parcelas Candidatas para el depósito

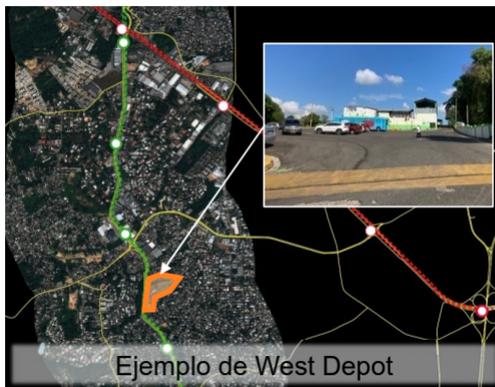
- ❑ La **ubicación del depósito** es importante para la planificación de rutas ya que el depósito es indispensable para operar trenes. Como el depósito requiere **un área grande con aprox. 10 ha**, estimado en función de la escala de la línea, la disponibilidad de tal parcela es limitada en zona urbana.
- ❑ **Cinco parcelas (Plano A-E)** fueron seleccionadas para la comparación como resultado del análisis inicial.

■ Futuro depósito en la sección occidental

- ❑ Dada la longitud de toda la ruta, se recomienda desarrollar depósito adicional en la sección occidental cuando se abra la sección oeste de Metro Línea 3 (Fase 2).
- ❑ Un ejemplo del tramo en la sección occidental es el depósito de autobuses en Prol. 27 de Febrero.



Depósito y taller de Metro Línea 1 y Línea 2 cerca de estación Máximo Gómez



Ejemplo de West Depot



Parcela candidata a depósito en la sección Este

03-2.2. Ubicación candidata para el depósito

■ Ubicación propuesta del depósito

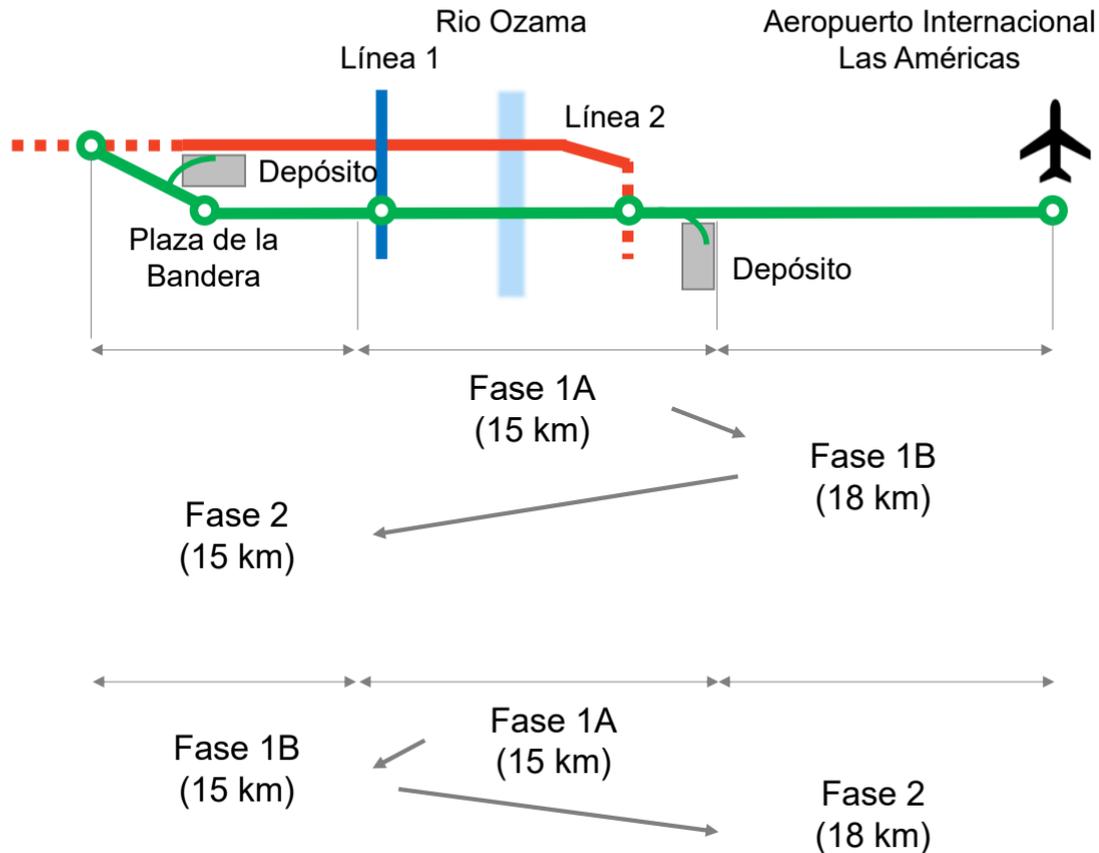
	Plano A	Plan B	Plano C	Plano D	Plano E
Foto					
Área	48 ha	30 ha	44 ha	15 ha	12 ha
Propiedad * 1	Por confirmar	Por confirmar	Algunas empresas privadas	Empresa de azúcar	Por confirmar
Estado actual	No se observó actividad de desarrollo. Algunas zonas están adyacentes a las casas. Más cerca del centro de la ciudad	Se están desarrollando parcelas para casas. Algunas zonas están adyacentes a las casas. Lejos del centro y fuera de la fase 1A	Se están desarrollando parcelas para casas. Algunas zonas están adyacentes a las casas. Lejos del centro y fuera de la fase 1A	No se observó actividad de desarrollo. Lejos del centro y fuera de la fase 1A	Lado norte: actualmente terminal de autobuses / depósito. Es posible utilizar 2 diseños (inferior: depósito, superior: terminal de autobuses y depósito) Lado Sur: Tierra vacía. Adyacente al terminal de fase 1A previsto
Observación del consultor	Recomendado debido a la disponibilidad y proximidad al centro de la ciudad.	Menos recomendado debido a las actividades de desarrollo en curso.	Menos recomendado debido a las actividades de desarrollo en curso y la dificultad por ser propiedad de privados (Dificultad en la adquisición de tierras).	Recomendado debido a la disponibilidad y simple propiedad de tierras (relativa facilidad de adquisición de tierras).	Más recomendado debido a la disponibilidad, distancia del centro de la ciudad y desarrollo conjunto con la terminal de autobuses / depósito.

La plano E es propuesta como lugar del depósito en el estudio

03-2.3. Desarrollo por fases

■ Desarrollo por fases

- Dada su larga distancia de 50 km en total, se recomienda que la Línea 3 sea desarrollada “por fases” como la Línea 2.
- El orden de desarrollo (cuál sección debe iniciar primero) se determina con base en varios criterios tales como la demanda y ubicación del depósito.



Opción A: Propuesta de fase en Tren Metropolitano

- ✓ El acceso al aeropuerto por ferrocarril está asegurado antes.
- ✓ El desarrollo en la zona oriental de SDE será promovido por la apertura del metro.

Opción B: Alternativa

- ✓ La movilidad en SDO y el lado oeste de DN, zona comercial mejorada anteriormente.

03-2.3. Prioridad de Desarrollo por fases

■ Comparación de Desarrollo por fases

Criterios	A: Propuesta de fase en Tren Metropolitano	b) Opciones alternativas
Fase	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fase 1A: Sección central (Juan Bosch al Depósito Hipódromo V Centenario) 2. Fase 1B: Sección oriental (Depósito Hipódromo V Centenario al Aeropuerto) 3. Fase 2: Sección occidental (Juan Bosch a conexión con Línea 2 (República de Colombia)) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fase 1A: Sección central (Juan Bosch al Depósito Hipódromo V Centenario) 2. Fase 1B: Sección occidental (Juan Bosch a conexión con Línea 2 (República de Colombia)) 3. Fase 2: Sección oriental (Depósito Hipódromo V Centenario al Aeropuerto)
Crecimiento equitativo de SD	<ul style="list-style-type: none"> ● Buen equilibrio porque el desarrollo de la parte este de Santo Domingo Este se acelera en lugar del lado oeste donde la Línea 2 está bajo extensión 	<ul style="list-style-type: none"> ● Menos equitativo porque el desarrollo del nuevo Metro se concentra en la parte occidental de SD (Santo Domingo Oeste y Los Alcarrizos).
Acceso al aeropuerto	<ul style="list-style-type: none"> ● La conexión con el aeropuerto por ferrocarril se logra antes. ● La mejora de la accesibilidad al aeropuerto contribuye a mejorar la competitividad internacional de SD. 	<ul style="list-style-type: none"> ● La conexión al aeropuerto se logra más tarde.
Desarrollo territorial a lo largo de la línea.	<ul style="list-style-type: none"> ● La sección oriental tiene una densidad de población más baja que la parte occidental y hay muchas tierras vacías. ● Se espera que induzca una mayor demanda de tráfico por el desarrollo planificado y altamente urbanizado del terreno al utilizar muchos lotes vacantes a lo largo de la sección oriental. 	<ul style="list-style-type: none"> ● La sección occidental tiene una densidad de población más alta que la parte oriental. ● Sin embargo, la remodelación es difícil debido a los edificios de baja altura existentes densamente dispersos.
Evaluación	Recomendado desde el punto de vista del crecimiento equitativo y acceso al aeropuerto.	No se recomienda debido a la red occidental y el inicio posterior del ferrocarril de acceso al aeropuerto.

Fase propuesta en Tren Metropolitano (Central → Eastern → Western)

03-2.4. Servicio de tren rápido

■ Servicio de tren rápido

- Dada su larga distancia de 50 km en total, se recomienda para la Línea 3 del Metro tener “**Servicio del Tren Rápido**” para la comodidad de los pasajeros a largo plazo, especialmente los usuarios del aeropuerto.
- Para operar el tren expreso, se requiere apartadero en algunas estaciones.

■ Patrón de operación del tren

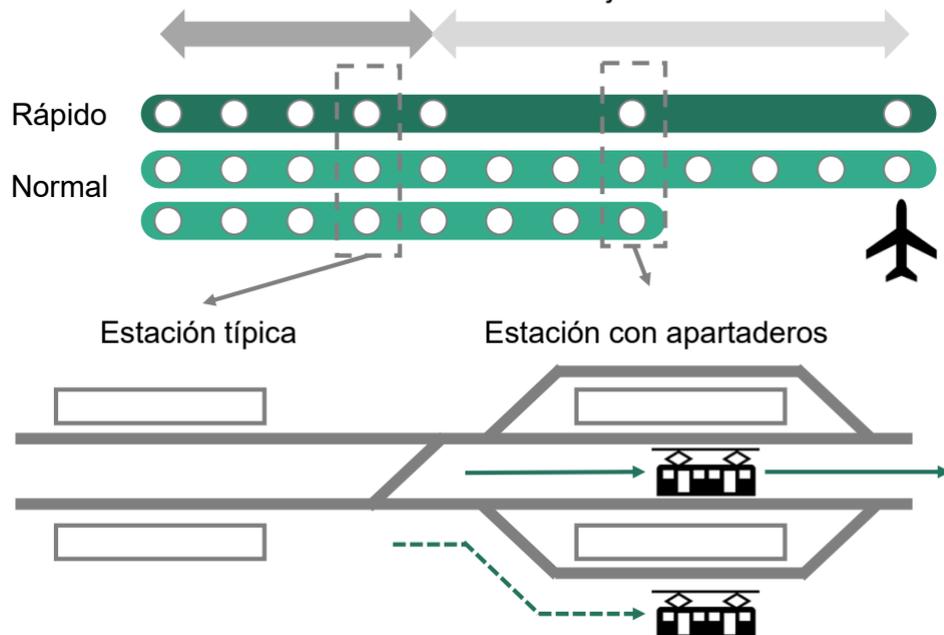
- Se planean dos tipos de trenes (tren normal y tren rápido).
- Tanto el tren rápido como el tren normal paran en todas las estaciones dentro del **área urbana** (Fase 1A y Fase 2). Por otro lado, los trenes rápidos saltan a las estaciones dentro de la zona suburbana (sección Fase 1B) con el fin de asegurar un acceso rápido al aeropuerto y un acceso rápido para las personas que viajan desde la sección Fase 1B hasta el centro.
- Los **apartaderos** son instalados en la estación de Hipódromo V Centenario (terminal para Fase 1A) y en el medio de la Fase 1B (estación Campo Lindo) para el paso de los trenes.

Zona Urbana (Fase 1A y 2)

- ✓ Los trenes paran en todas las estaciones debido a la gran demanda

Zona Suburbana (Fase 1B)

- ✓ El tren rápido no para en algunas estaciones para acortar el tiempo de viaje



Ejemplo de plan de diseño de pista en “Estación típica” y “Estación con apartaderos”

03-2.5. Otras características destacadas

■ Otras Características destacadas de la Línea 3 del Metro

□ Otras características destacadas se establecen de la siguiente manera.

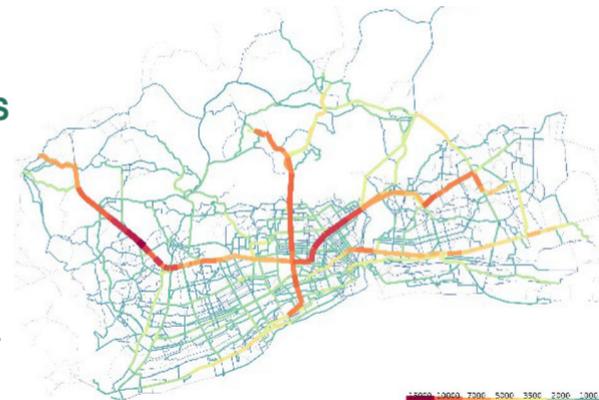
Elemento	Descripción
Sistema de transporte aplicado	Metro Lineal (Metro con motor lineal)
Longitud del material rodante	15 a 16 metros
Eje de carga	105 kN
Tipo de electrificación	DC 1500 V, OCS (Línea de contacto superior)
Ancho de vía	1,435 mm
Gálibo de construcción	Alto: 3.6 m x Ancho: 2.9 m
Gálibo del tren	Alto: 3.15 m x Ancho: 2.5 m
Radios de curva mínimos	R = 100 m (excepcionalmente 80 m)
Pendiente máxima	60‰
Sentido de circulación	Por la derecha
Velocidad máxima de operación	80 km/h
Tipo de ferrocarril	JIS50N
Sistema de señalización	CBTC (para operaciones de alta frecuencia)

03-3. Pronóstico de demanda

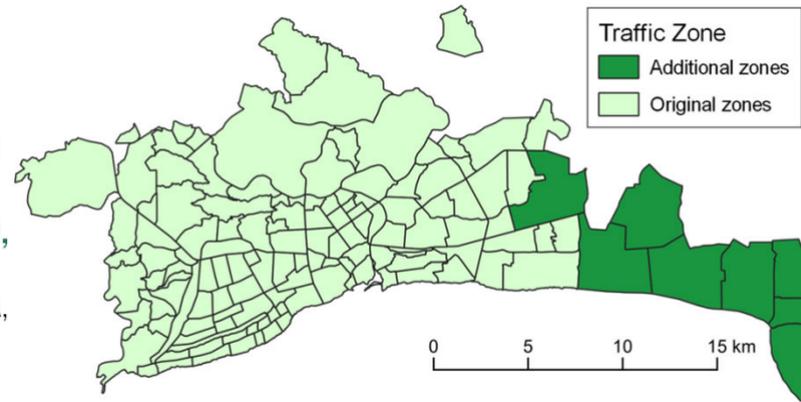
03-3. Pronóstico de demanda

■ 03-3.1. Metodología para el pronóstico de demanda

- ❑ Se utiliza el modelo de predicción de la demanda desarrollado en **PMUS (2019)**.
- ❑ El modelo está disponible en https://github.com/systragroup/quetzal_santo_domingo, bajo la licencia de CeCILL-B, que permite el uso comercial del código fuente.
- ❑ El modelo se basó en la encuesta entrevistada de 4326 hogares.
- ❑ El modelo calcula el tráfico de hora punta con la tasa de hora punta del 10%.
- ❑ Los siguientes datos en el modelo se han modificado para este estudio.
 - ✓ Las ubicaciones de la estación y la ruta de la Línea 3 fueron sustituidas con el plan de Tren Metropolitano.
 - ✓ Se añadieron ocho zonas de tráfico al modelo original para incluir la ruta hacia el Aeropuerto Internacional.
 - ✓ Los autobuses en la avenida 27 de Febrero fueron excluidos.
 - ✓ La red de carreteras es diferente debido a las actualizaciones de los datos de OpenStreetMaps.
- ❑ Los años objetivos de la previsión de demanda son **2030, 2045 y 2060** (horizonte de 30 años).
- ❑ En el informe, se asume que todas las secciones (Fase 1A, Fase 1B y Fase 2) serán construidas para 2030.



Pronóstico de demanda en PMUS



Zonas de Análisis de Tráfico

03-3. Previsión de la demanda

03-3.2. Resultado de la asignación de tráfico

- El número de pasajeros por hora por sentido (PPHPD) en la hora pico de la mañana se **estima en 12,800 para 2030, 16,200 para 2045 y 20,600 para 2060.**

Tráfico en hora pico

Año	PPHPD *	Densidad de tráfico (Pax-km/km/hora)
2030	12,800	7,500
2045	16,200	9,400
2060	20,600	11,700

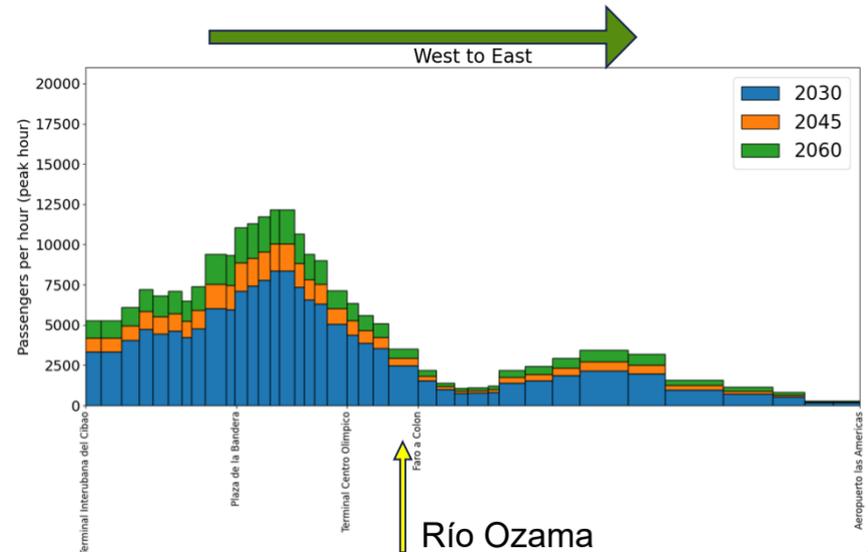
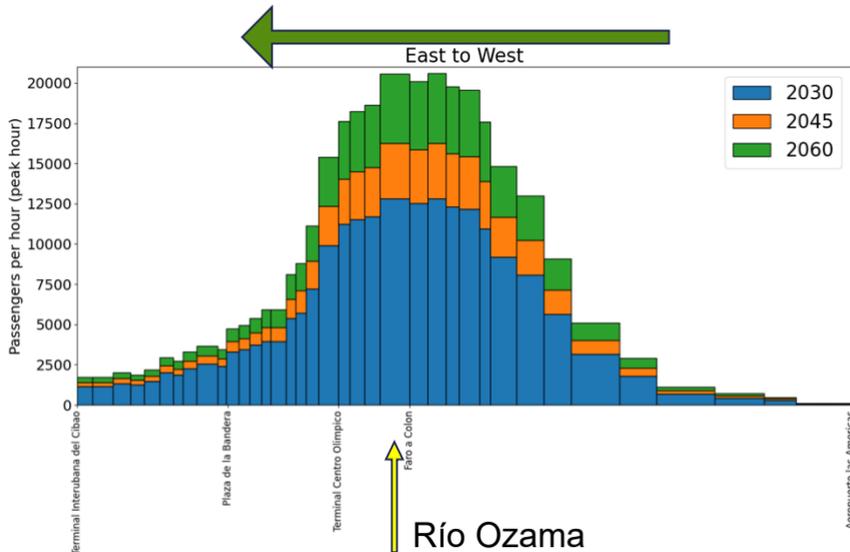


* PPHPD: Pasajeros por hora por sentido en la hora pico

03-3. Pronóstico de demanda

03-3.3. Pasajeros por hora por sentido en la hora pico

- Las cifras muestran el flujo de pasajeros en la hora pico por sentido.
- La diferencia de la forma del flujo por dirección refleja que los principales destinos de viaje se encuentran en el área al oeste del río Ozama.
- El número de pasajeros por hora en cada dirección es el más alto entre Faro a Colon y Duarte con Paris desde el este al oeste.



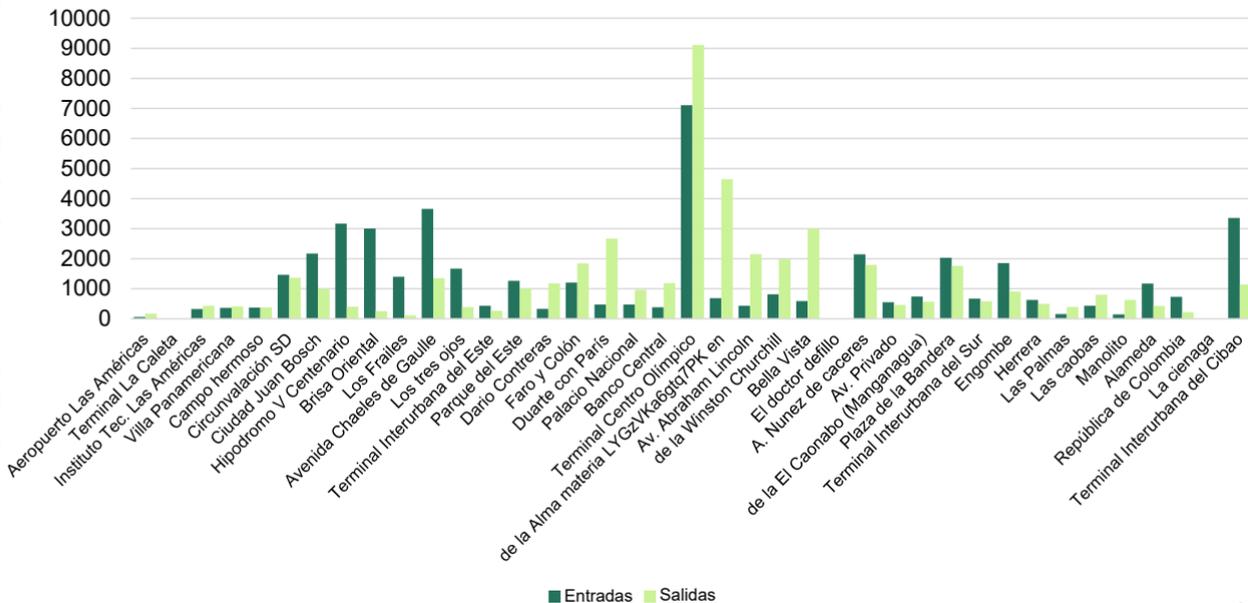
03-3. Pronóstico de demanda

03-3.4. Subida y bajada de pasajeros

- ❑ El número de pasajeros diarios se estima con base en la tasa máxima del 10%, mientras que el los abordajes anuales se calculan multiplicando el número diario por 330 días.
- ❑ El número de pasajeros diarios y anuales se estiman en 464,800 y 153 millones en 2030.
- ❑ La densidad del tráfico de pasajeros de 73,000 pasajeros/día demuestra que la demanda de pasajeros es suficiente para una operación sostenible.
- ❑ El número de pasajeros en embarque y desembarque es más alto en la Terminal Centro Olímpico (la estación de transferencia con Línea 1).

Año	Demanda diaria	Densidad de tráfico (pax/día)	Demanda anual (en millones)
2030	464,800	73,000	153
2045	571,100	90,900	188
2060	704,000	113,400	232

Embarque y desembarque por estación en la hora máxima de la mañana



03-3. Pronóstico de demanda

03-3.5. Demanda de pasajeros del Aeropuerto

- La demanda de pasajeros del Aeropuerto Internacional de Santo Domingo (Las Américas) fue de **4.5 millones al año** y el número medio de viajeros que llegaron y salieron en 2022 era de 12,410 por día.



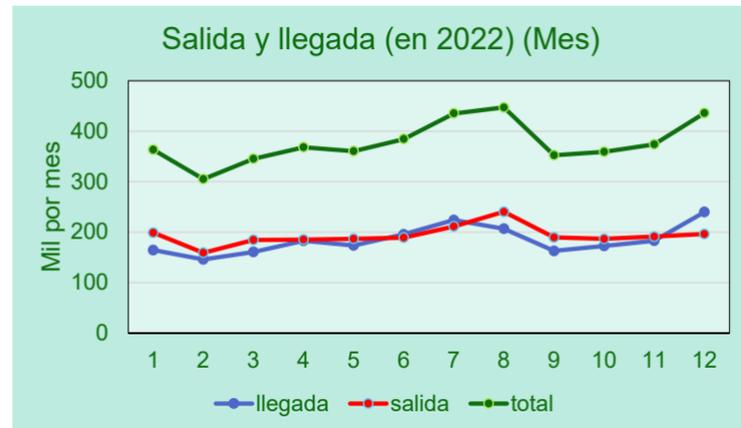
Fuente: Aeropuerto Vinci

- La tasa de crecimiento de la demanda de pasajeros en el aeropuerto es tan alta como **4.1%** (2015-2019) y **17.7%** (2021-2022).
- La demanda de pasajeros es alta en julio, agosto y diciembre.
- La tasa de crecimiento anual del 4% se utiliza para la previsión de demanda con el supuesto de que la capacidad será ampliada adecuadamente para satisfacer la demanda futura.

	2022	2030	2045	2060
Número de pasajeros / año (Millones)	4.5	6.2	11.2	20.1
Número de pasajeros / día	12,410	16,984	30,587	54,935



Fuente: www.one.gob.do

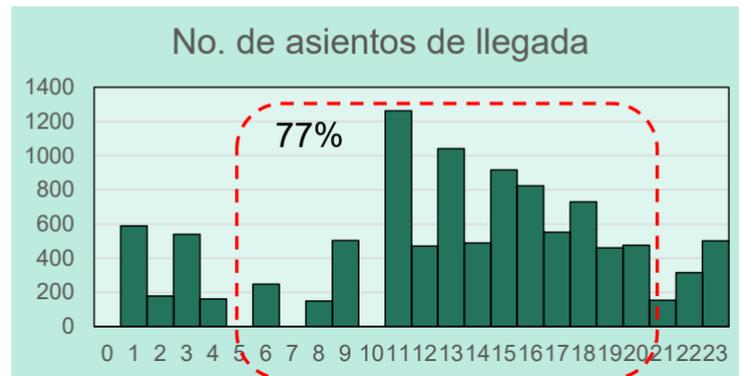


Fuente: www.one.gob.do

03-3. Pronóstico de demanda

03-3.6. Demanda de la Línea-3 en el aeropuerto

- Los pasajeros aéreos en los horarios operativos del Metro se estiman en un **77%** del total de viajeros, asumiendo un horario de 6:00-21:00.
- Aunque se requiere un estudio detallado para estimar la participación del Metro, se asume que el **25%** de los pasajeros utilizarán la Línea 3 del Metro en el pronóstico de demanda.
- Por lo tanto, el número de usuarios de la Línea-3 se calcula multiplicando $77\% \times 25\%$ por el número de pasajeros del aeropuerto.



Fuente: suma del número de asientos de las aeronaves según el horario de vuelo del 6 de diciembre de 2023.

Ejemplo exitoso de acceso a aeropuertos por ferrocarril

Aeropuerto	Participación del Metro
Zurich, Suiza	42%
Narita, Japón	36%
Oslo, Noruega	25%
París Charles de Gaulle, Francia	27%
Frankfurt, Alemania	27%

	2022	2030	2045	2060
Número de pasajeros del aeropuerto en horarios operativos por día	9,566	13,078	23,552	42,300
Número de pasajeros por día en la Línea 3	-	3,269	5,888	10,575

Fuente: Estimación del equipo de estudio METI

04. Plan de Infraestructura

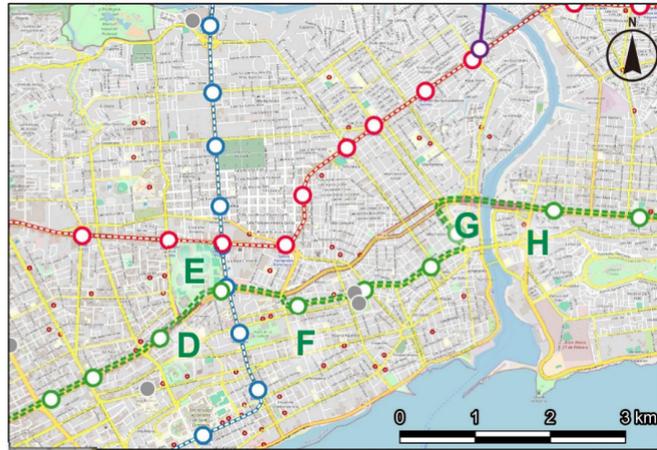
04-1. Plan de trazado de vías y alineamiento

■ 04-1.1. Política Fundamental de la Línea 3 del Metro de Santo Domingo

- La Línea 3 del Metro se desarrollaría por fases. Además, se está considerando el tren expreso. El diseño del trazado debe tener en cuenta estas funciones.

■ 04-1.2. Puntos de Control del trazado de vías y alineamiento

- A medida que la Línea 3 del Metro pasa por una zona urbanizada a lo largo del Ave. 27 de Febrero, el alineamiento debe diseñarse teniendo en cuenta las estructuras existentes y la topografía.
- Los puntos A a J en el diagrama se identifican como “Puntos de Control”, que son críticos para el diseño del alineamiento.



04-1. Plan de trazado de vías y alineamiento

■ 04-1.2. Puntos de Control del trazado de vías y alineamiento

□ Punto de control A: Sección Transitoria

- ✓ Utilizando el terreno vacío en la intersección con Autopista 6 de Noviembre, se puede construir una sección de transición desde el subterráneo a la parte elevada.
- ✓ Como la sección de transición ocupa el suelo e interfiere con el tráfico superficial, se requiere una gran superficie vacía con un largo de cientos de metros. La parcela es poco candidata en la parte oeste de la Línea 3 del Metro

□ Punto de control B: Plaza de la Bandera

- ✓ Como Plaza de la Bandera es un sitio cultural, se propone que el Metro sea subterráneo para proteger el paisaje.
- ✓ La misma idea se aplicó en la Plaza del Monumento en el caso del Proyecto Monorriel de Santiago. El Monorriel está diseñado para ir bajo tierra para proteger el paisaje.



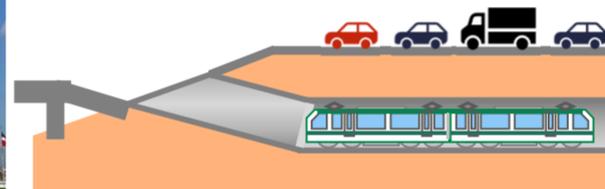
Fuente: Equipo de Estudio METI

Sección de transición



Fuente: Equipo de Estudio METI

Plaza de la Bandera



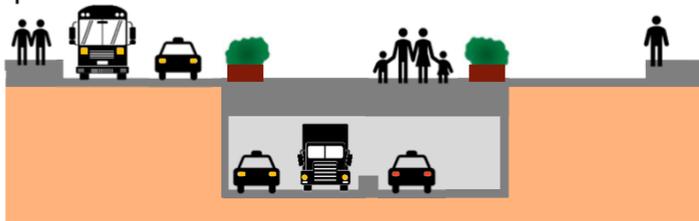
Fuente: Equipo de estudio METI

04-1. Plan de trazado de vías y alineamiento

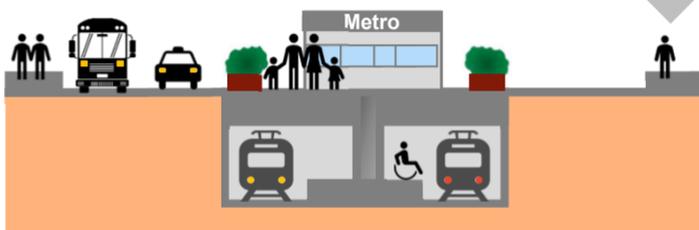
■ 04-1.2. Puntos de Control del trazado de vías y alineamiento

□ Punto de control C: pasos a desnivel por la Ave. 27 de Febrero.

- ✓ Hay varios pasos a desnivel a lo largo de la Ave. 27 de Febrero.
- ✓ El alineamiento del Metro debe diseñarse en coordinación con los pasos a desnivel existentes.

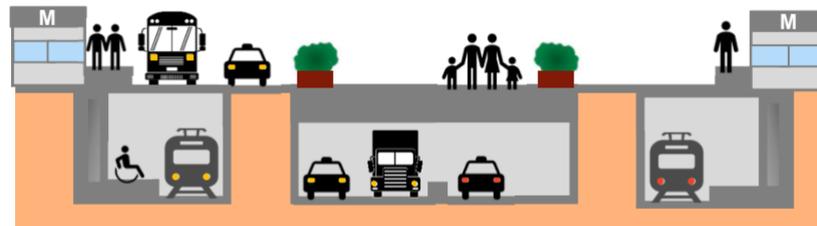
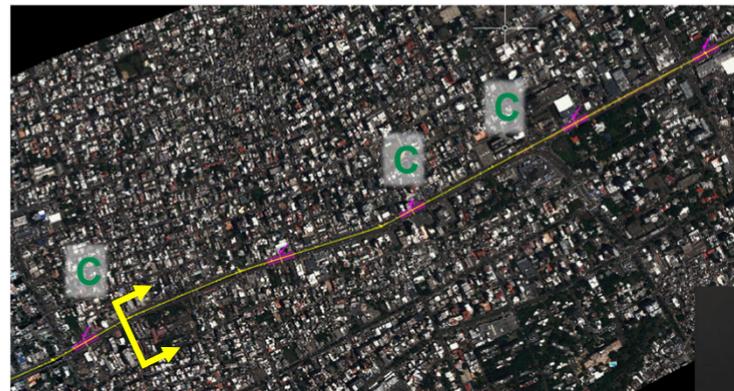


Sección transversal actual de la carretera



Opción A: Conversión a Metro

- ✓ Se pueden ahorrar costos de construcción del Metro mientras se reduce el número de carriles.



Opción B: Construcción de túneles para Metro

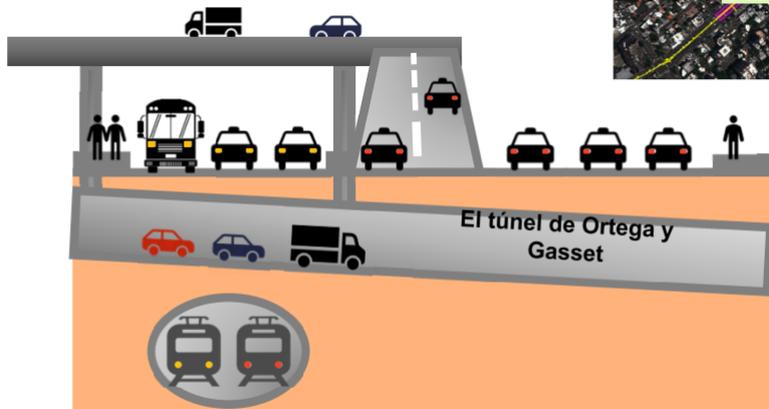
- ✓ El costo de construcción del Metro es alto mientras se mantiene el número de carriles.

04-1. Plan de trazado de vías y alineamiento

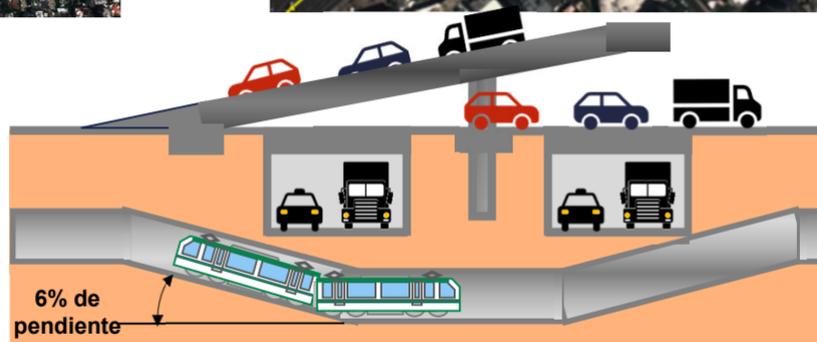
04-1.2. Puntos de Control del trazado de vías y alineamiento

□ Punto de control D: túnel y elevado cruzando la Ave. 27 de Febrero.

- ✓ El alineamiento del Metro debe ir por debajo de los túneles Ortega y Gasset.
- ✓ Hay elevados entre Ave. 27 de Febrero y Ave. Ortega y Gasset.



Sección transversal a-a': Ave. 27 de Febrero



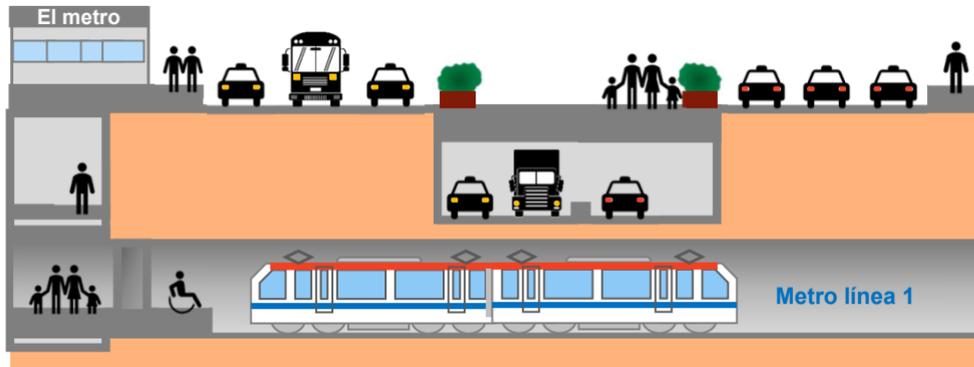
Perfil b-b': Ave. 27 de Febrero

04-1. Plan de trazado de vías y alineamiento

■ 04-1.2. Puntos de Control del trazado de vías y alineamiento

□ Punto de control E: paso a desnivel de la Línea 1 a lo largo de Ave. 27 de Febrero.

- ✓ Hay un paso a desnivel a lo largo de la avenida 27 de Febrero.
- ✓ Junto a Ave. Maximo Gomez, la Línea 1 del Metro pasa y está la estación Juan Bosch.
- ✓ La estación Juan Bosch será una parada de **transferencia entre la Línea 1 y la Línea 3**.



Sección transversal a-a': Ave. 27 de Febrero



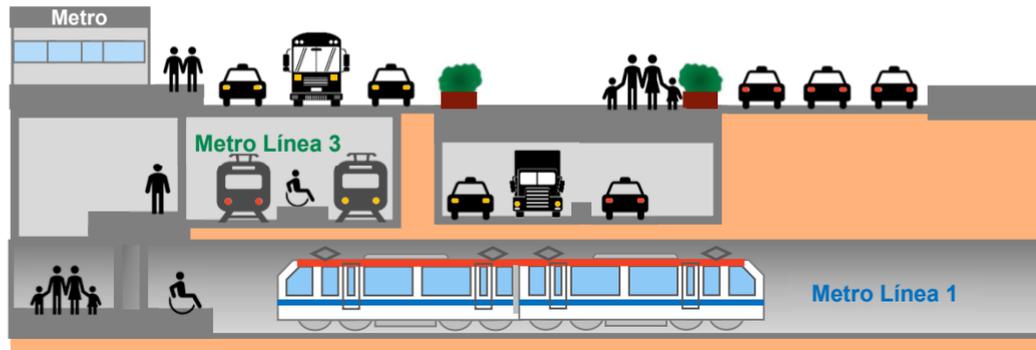
04-1. Plan de trazado de vías y alineamiento

■ 04-1.2. Puntos de Control del trazado de vías y alineamiento

- Punto de control E: Línea 1, paso a desnivel a lo largo del Ave. 27 de Febrero.

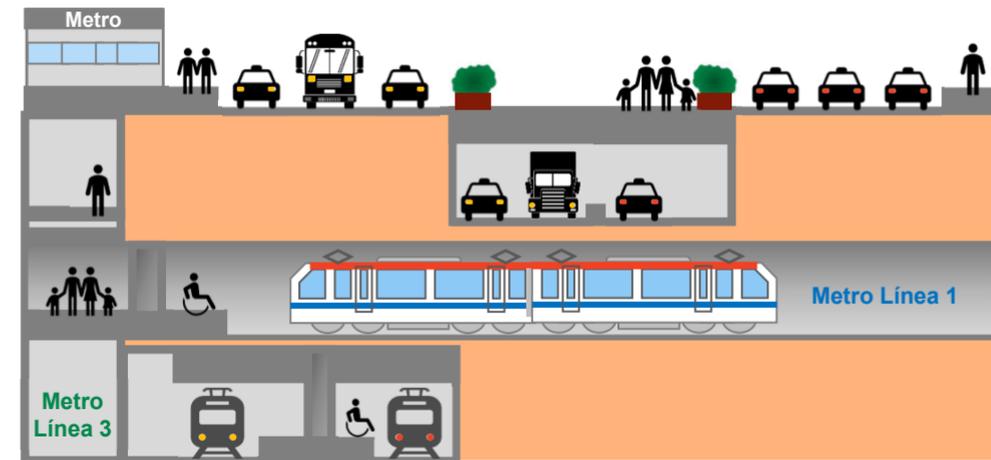
Opción A:

- ✓ El costo de construcción de estaciones será más barato ya que la profundidad de la estación es más superficial.



Opción B:

- ✓ El costo de construcción será mayor a medida que la profundidad de la estación sea más profunda.



Opción C (sin imagen):

- ✓ El costo de construcción de la estación puede reducirse si el subsuelo existente se puede convertir en una estación del Metro

04-1. Plan de trazado de vías y alineamiento

■ 04-1.2. Puntos de Control del trazado de vías y alineamiento

□ Punto de Control I: Sección de transición de subterráneo a elevado

- ✓ En la intersección que es el punto de partida en la Ave. Ecológica, hay algunos terrenos vacíos.
- ✓ Utilizando estos terrenos vacíos, se puede construir una sección de transición desde el subterráneo a la estructura elevada.

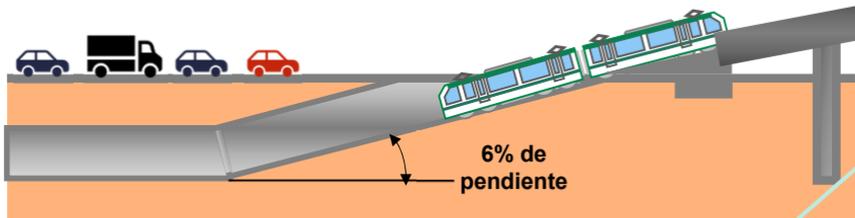
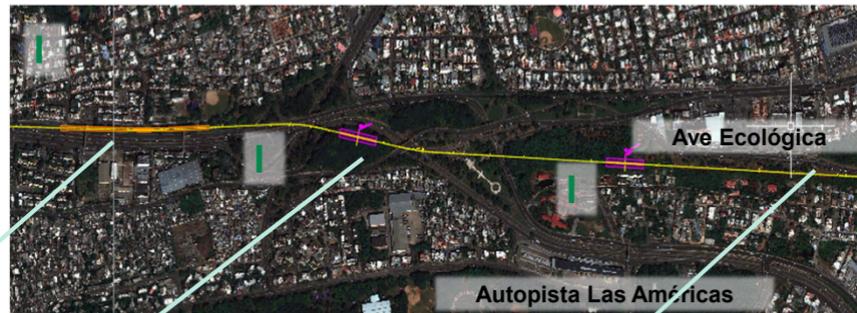


Imagen conceptual de la sección de transición



Fuente: Equipo de estudio METI

Sección de transición



Fuente: Equipo de estudio METI



Fuente: Equipo de estudio METI

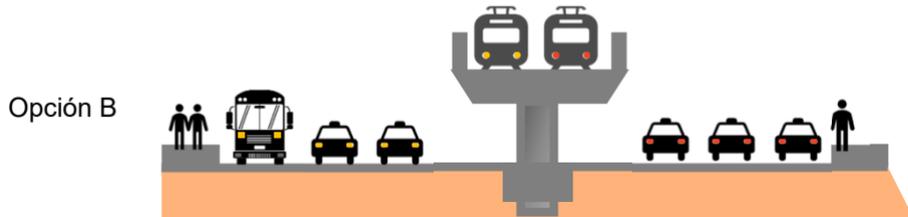
Parque en la Ave Ecológica

04-1. Plan de trazado de vías y alineamiento

■ 04-1.2. Puntos de Control del trazado de vías y alineamiento

□ Punto de control J: Ave. Ecológica

- ✓ Ave. Ecológica tiene un amplio eje central con un ancho aproximado de 8 m. Esta área se puede utilizar para el metro.
- ✓ El gasoducto de alta presión está bajo tierra a menos de 2.4 m de la superficie en el eje central.
- ✓ El lado sur de Ave. Ecológica es un acantilado elevado



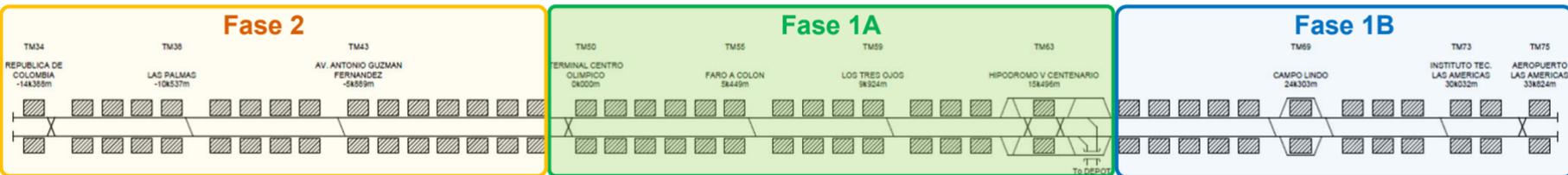
Opción C (sin imagen)
Construir viaducto a lo largo del acantilado



Señal de tubería de gas

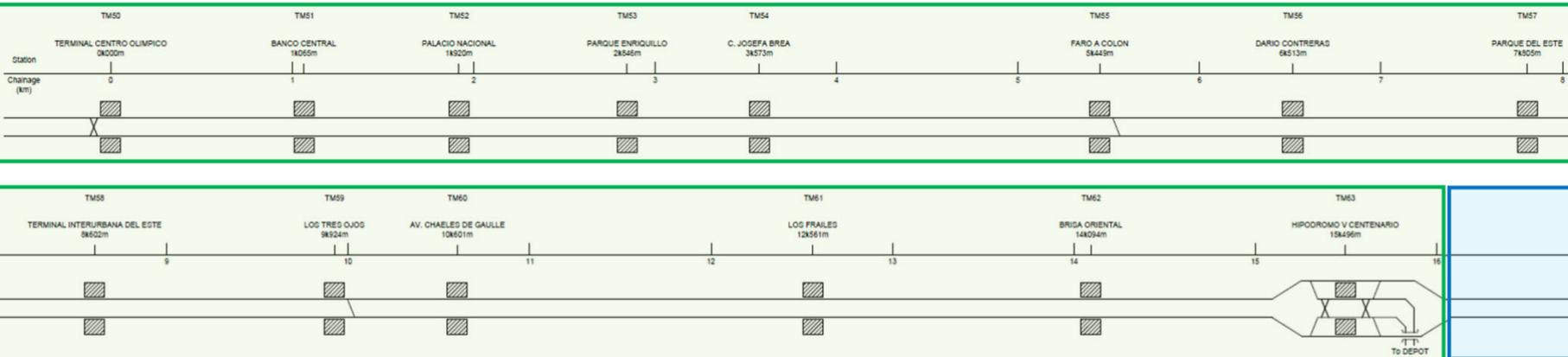
04-1. Plan de trazado de vías y alineamiento

■ 04-1.3. Plan de trazado de vías



□ Fase 1A

Desde Terminal Centro Olímpico a Hipódromo V Centenario

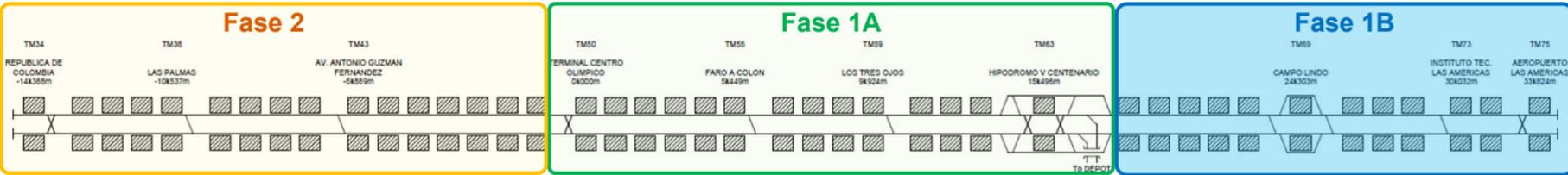


Sección Fase 1A

Sección Fase 1B

04-1. Plan de trazado de vías y alineamiento

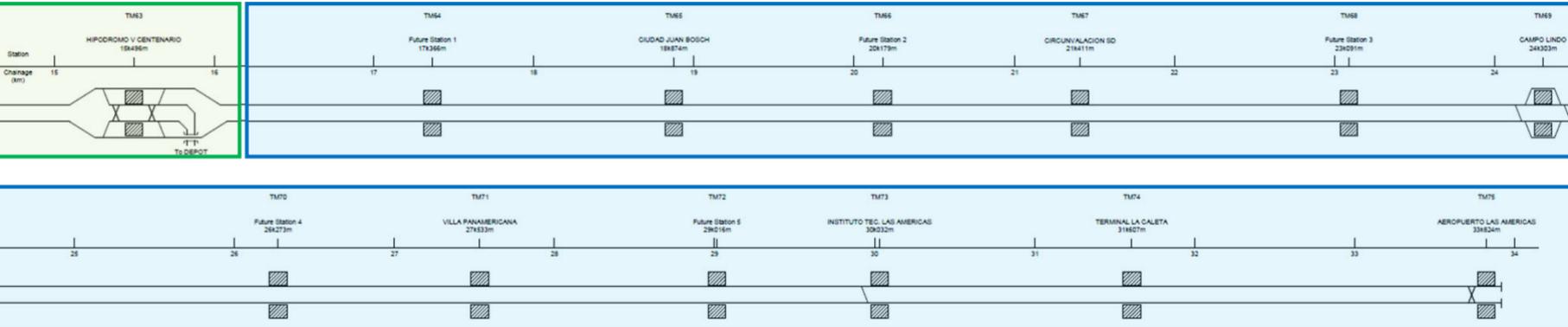
■ 04-1.3. Plan de trazado de vías



□ Fase 1B

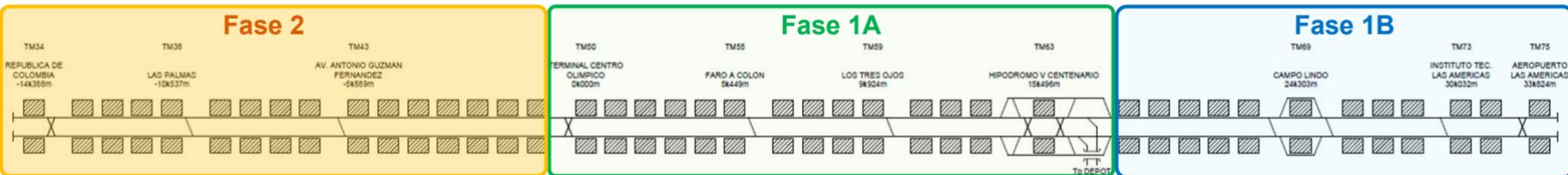
Desde Hipódromo V Centenario a Aeropuerto Las Américas

Sección Fase 1A → ← Sección Fase 1B



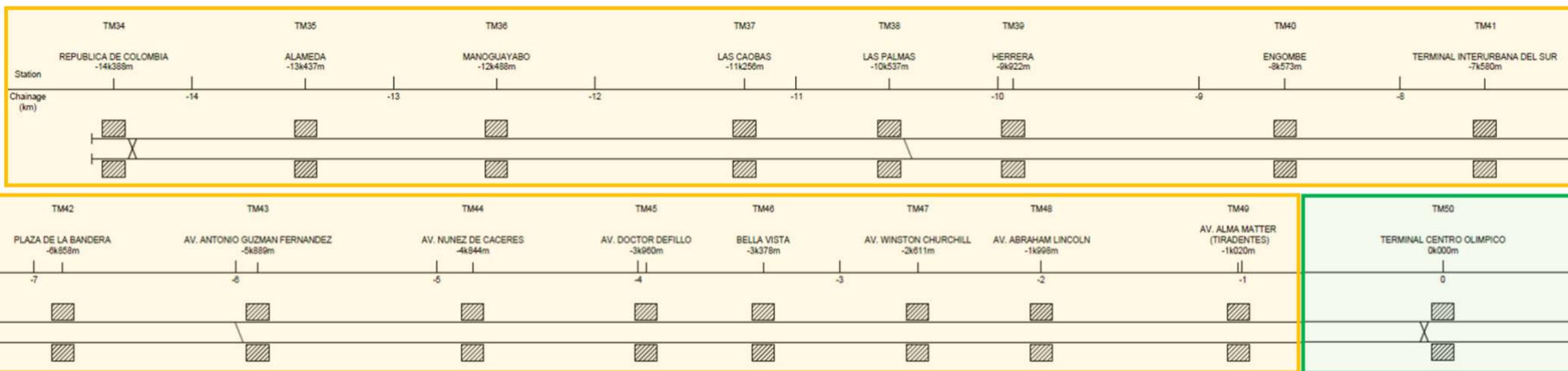
04-1. Plan de trazado de vías y alineamiento

04-1.3. Plan de trazado de vías



Fase 2

Desde República de Colombia a Terminal Centro Olímpico



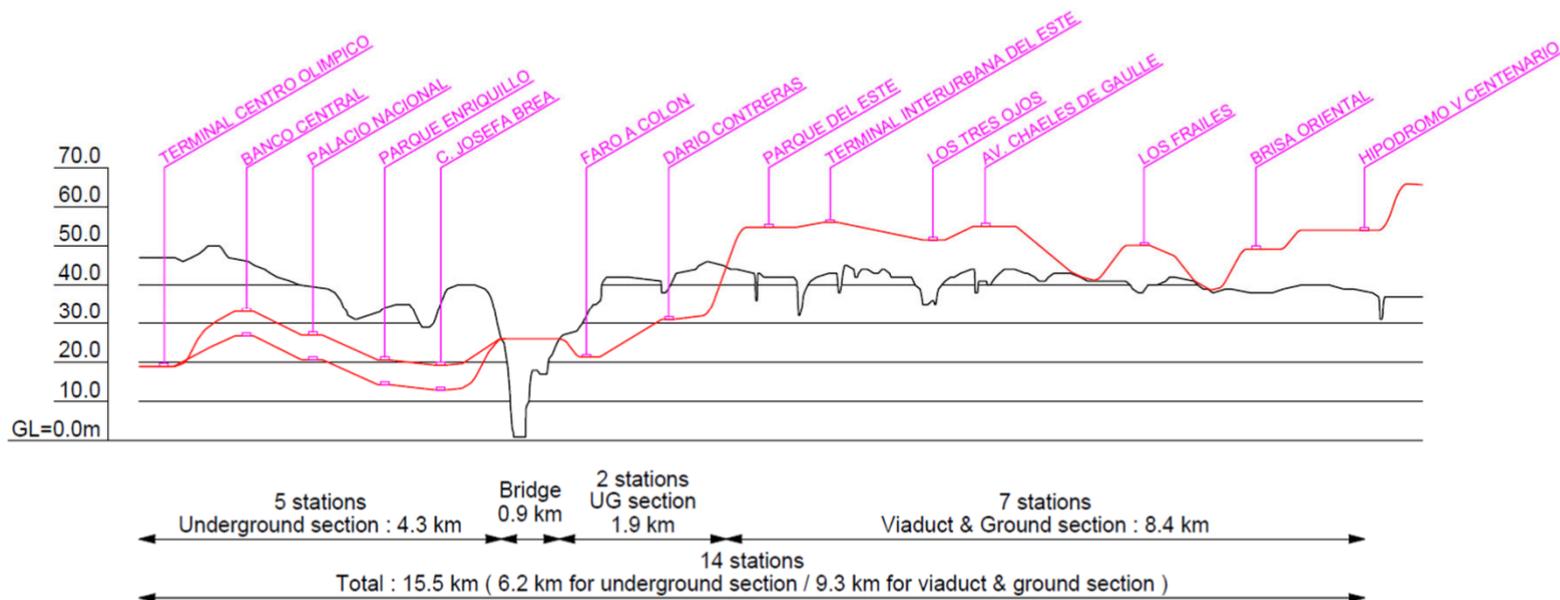
Sección Fase 2



Sección Fase 1A

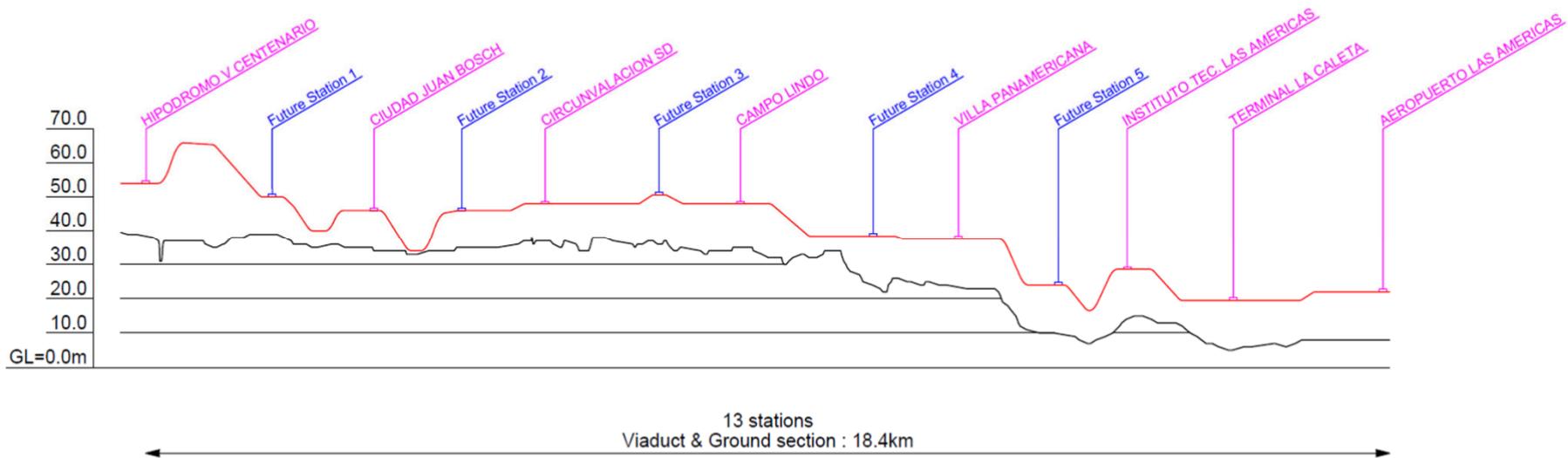
04-1. Plan de trazado de vías y alineamiento

■ 04-1.4. Plan de alineamiento vertical (sección Fase 1A)



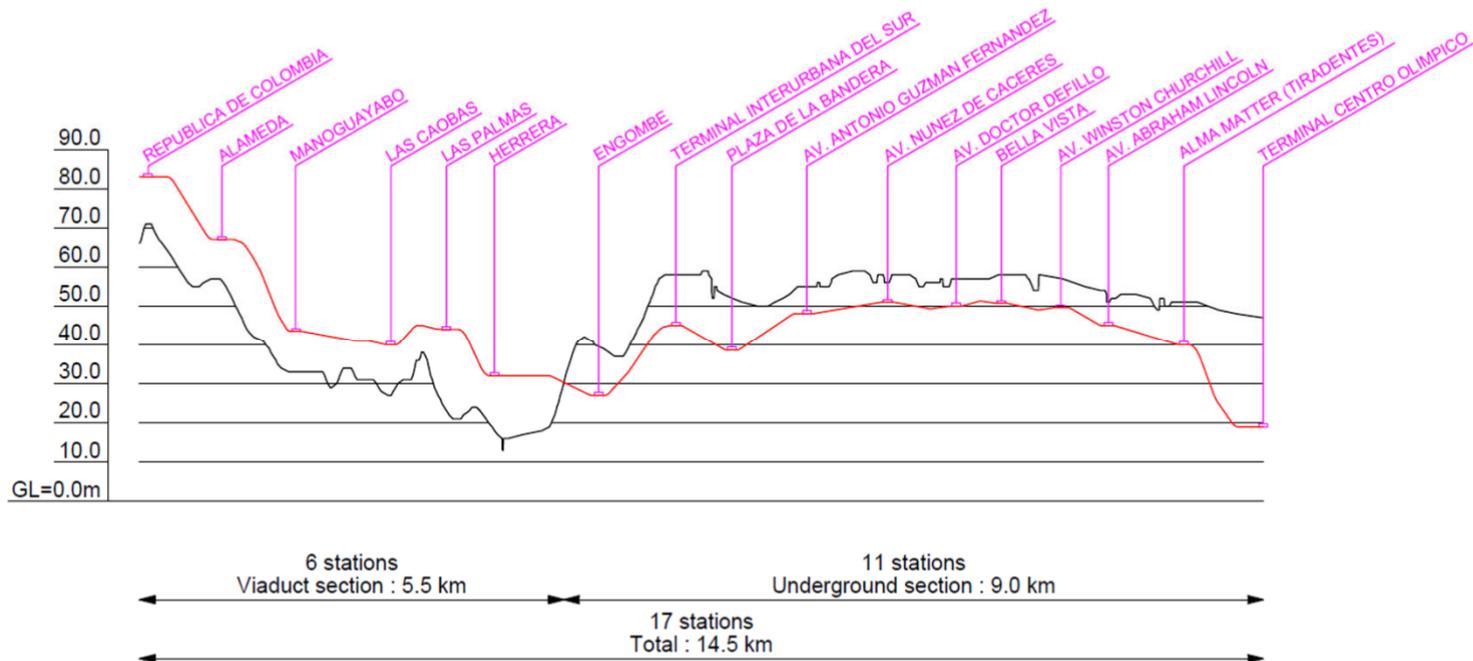
04-1. Plan de trazado de vías y alineamiento

■ 04-1.4. Plan de alineamiento vertical (sección Fase 1B)



04-1. Plan de trazado de vías y alineamiento

■ 04-1.4. Plan de alineamiento vertical (sección Fase 2)



04-1. Plan de trazado de vías y alineamiento

■ Precondiciones para la elaboración del plan de alineamiento

- ❑ Las precondiciones para el diseño del alineamiento se establecen basándose en las siguientes ideas:
 - ✓ Aprovechar lo más posible las ventajas de Metro Lineal.
 - ✓ Seguir la guía de diseño del Metro Lineal y ejemplos reales del Metro Lineal existente.
 - ✓ Minimizar la distancia entre el centro de vía para reducir el área del cruce del túnel (para reducir el costo de construcción del túnel) salvo casos especiales.
 - ✓ Garantizar la coherencia del plan de funcionamiento del tren, etc.

Fuente: Equipo de estudio METI

Elemento		Estándar
Gálibo		1,435 mm
Radios de curvatura mínimos		100 m (Deseable) , 80 m (Mínimo absoluto.)
Curva de transición		Clotoide / Curva de transición de forma sinusoidal(Peralte de transición)
Pendiente máxima	Línea principal	6%
	Depósito	0 %
Pendiente mínima entre estaciones para la sección de túnel		0.2%
Radios de curva vertical	Línea principal	3,000 m
Distancia entre ejes de vías (vía principal)		3,100 mm (en el caso normal)
		4,000 mm (sección de cambiavía sencillo)
		4,500 mm (sección de camviavía doble)
Longitud del tren	Coche con cabina	16 metros
	Coche sin cabina	15 metros
	Total	92 m (16 m * 2 coches + 15 m * 4 coches)
Longitud de plataforma		110 m
Distancia desde el centro de vía hasta el borde de plataforma		1.35 m
Distribuidor		1 en 8

04-1. Plan de trazado de vías y alineamiento

■ 04-1.4. Plan de alineamiento

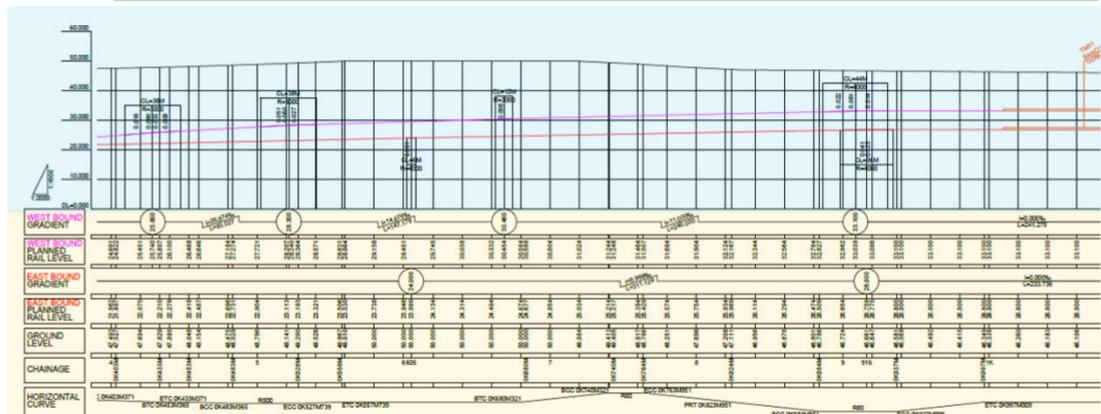
- El plan de alineamiento se preparó mediante el uso de imágenes ortográficas satelitales con el Mapa Digital del Terreno (DTM).

Muestra del plano



Plano de alineación horizontal con foto ortogonal satelital

Perfil de alineación vertical con foto ortogonal de satélite



Información de alineamiento

- Pendiente
- Nivel de vía planificado
- Nivel del suelo existente
- Punto Kilométrico (PK)

04-1. Plan de trazado de vías y alineamiento

■ 04-1.5. Plan de disposición de estaciones para el tramo abierto

Estaciones cerca de las intersecciones

- Evitar el cruce de carreteras durante la fase de construcción
- La accesibilidad del pasajero a la intersección será asegurada por el acceso de entrada / salida
- Estaciones con 2 plataformas laterales se planificarán bajo la sección de carretera más amplia



Estaciones en el centro de la ciudad

- Evitar el cruce de vías para la fase de construcción
- Estaciones con Plataformas de niveles superior e inferior (2 plataformas verticales paralelas) se planificarán bajo la sección estrecha de carretera
- La estación puede alcanzar las demandas en el centro de la ciudad congestionada

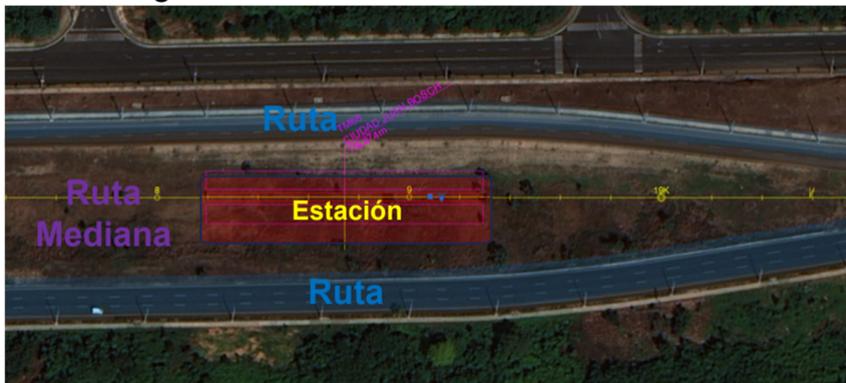


04-1. Plan de trazado de vías y alineamiento

■ 04-1.5. Plan de disposición de estaciones para el tramo abierto

Estaciones en la mediana de la vía

- Cuando la estación esté ubicada cerca/en el cruce de carretera, se planificará como una estación de viaducto.
- Si la estación no perturba el cruce de la vía, la plataforma estará a nivel
- Todas las estaciones están planeadas con 2 vías y 2 andenes como el metro existente en Santo Domingo



Estaciones en el viaducto

- Cuando la carretera no disponga de mediana de calzada más ancha, las estaciones y las vías se proyectarán como secciones de viaducto
- Se situarán en el centro de la carretera horizontalmente
- Se ubicarán 2 andenes laterales como las estaciones de la Línea 1 y Línea 2

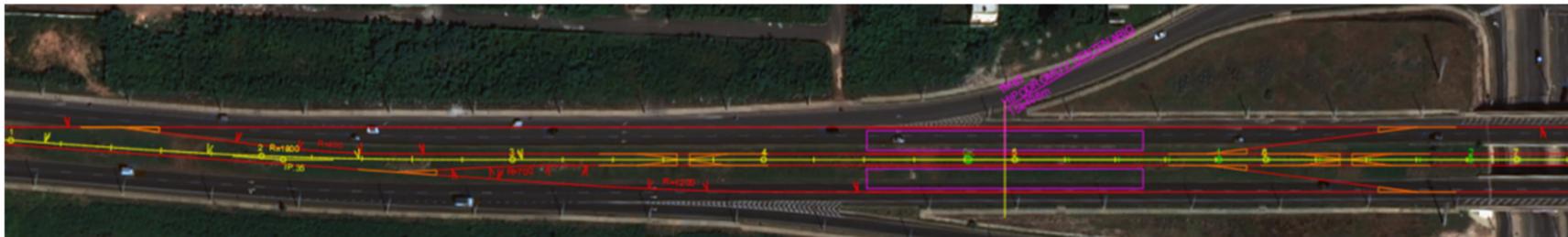


04-1. Plan de trazado de vías y alineamiento

■ 04-1.5. Plan de disposición de estaciones para el tramo abierto

Estación conectada con el Depósito

- Los trenes pueden dirigirse al centro de la ciudad sin cambiar de dirección
- Esta estación será la terminal provisional antes de que se extienda la Línea 3 al aeropuerto
- En el futuro, varios trenes utilizarán esta estación como terminal para atender la demanda
- Para ambas funciones de acceso terminal y depósito, en esta estación están previstos 2 cambiavías dobles.
- Esta estación está planeada como estación de viaducto.



04-2. Plan de Operaciones del Tren

■ Precondiciones para el plan de operación del tren

□ Concepto del plan de operación

Para la consideración en el estadio preFS, se calculará la hora de conducción y la velocidad fijada en todas las líneas mediante el cálculo del modo de pensar de los caminos, las condiciones de funcionamiento del vehículo y el patrón de conducción entre estaciones para buscar el tiempo de conducción entre cada una de las estaciones.

Por lo tanto, es necesario revisar el plan de conducción en base a los planes lineales más recientes.

El nombre de la estación y su ubicación se utilizaron en las simulaciones de conducción con la información contenida en el concepto inicial de FITRAM (P.43).

□ Condiciones básicas de material rodante

El control de carga permite un rendimiento constante hasta el 200% en coche vacío.

Sin embargo, todo se vuelve a acelerar con esa velocidad.

Aceleración	$\alpha = 3.0 \text{ km/h/s (0 ~ 40 km/h), 2.3 km/h/s (40 ~ 80 km/h)}$
Desaceleración	$\beta = 3.5 \text{ km/h/s (0 ~ 80 km/h)}$
Capacidad de pasajeros	Mc-coche 88, M-coche: 102 (de pie 3.3 personas/m ²) Capacidad máxima de pasajeros: Mc-coche: 135, M-coche: 155 (de pie 6 personas/m ²)

04-2. Plan de Operaciones del Tren

■ Precondiciones para el plan de operación del tren

□ Condiciones básicas de Velocidad de operación

✓ Velocidad máxima de operación

En el centro de la ciudad (oeste del río Ozama): asumiendo un sistema de protección de trenes, deberá ser máximo 70 km/h y control de aceleración en marcha de 60-70 km/h, el tren operará a una velocidad constante de 65 km/h. En el tramo suburbano (al este del río Ozama): asumiendo un sistema de protección de trenes, deberá ser máximo 80 km/h y control de aceleración en marcha de 70-80 km/h, el tren operará a una velocidad constante de 75 km/h. La velocidad máxima de funcionamiento se ajustará según la distancia entre las estaciones.

✓ Velocidad de operación en curva cerrada

Supongamos que se opera a 35 km/h en curvas cerradas R100, 50 km/h en curvas R150. El resto de la ruta se asume que es en línea recta. El tramo restringido se considera según el plan de ruta en el mapa.

✓ Pase del desvío en la estación

La velocidad para pasar un desvío en la estación está limitada a 35 km/h al llegar y salir de la estación.

04-2. Plan de Operaciones del Tren

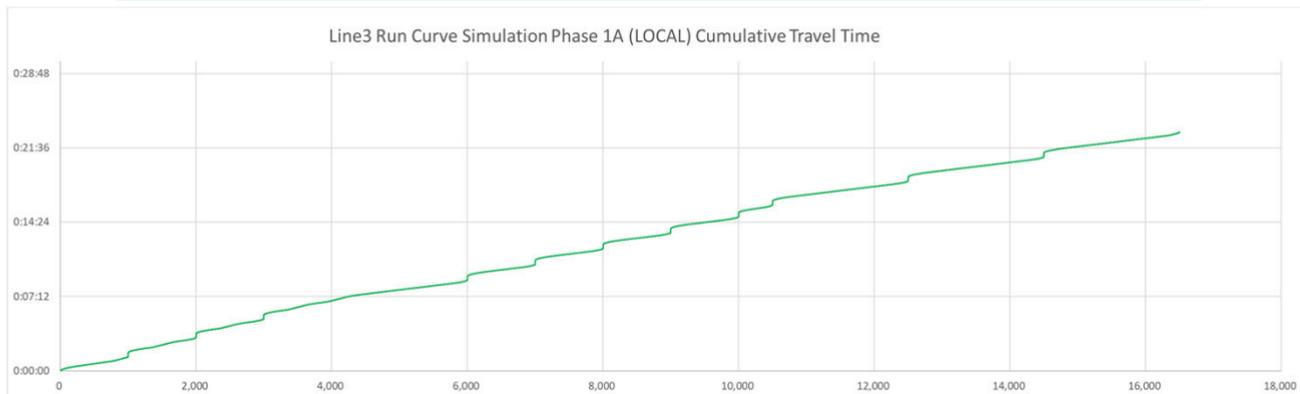
■ Simulación de conducción

□ Patron de marcha entre estaciones (Fase 1A)

Fase 1A (estación de conexión de Metro Línea 1 [Terminal Centro Olimpico] ~ estación más cercana al deposito plan E [Hipódromo V Centenario]), se asumen que todos los trenes operan como trenes locales.

Las distancias entre estaciones se establecerán provisionalmente en 0.5 km, 1 km, 2 km y 3 km para simular el patrón de marcha entre las estaciones. Basándose en esto, cada patrón se aplica a la Fase 1A (estación de conexión del Metro Línea 1 ~ estación más cercana en el plan depósito E), y se obtienen el tiempo de viaje y la velocidad programada de la línea descendente. Se supone que la línea ascendente opera al mismo tiempo y a la misma velocidad programada.

Parada en las estaciones	Tiempo de viaje	Velocidad programada
20 segundos	00:23:09	42.8 km/h
30 segundos	00:24:59	39.6 km/h



04-2. Plan de Operaciones del Tren

□ Patron de marcha entre estaciones (Fase 1B)

Con la apertura de Phase 1B (estación más cercana a la base del vehículo - estación aeroportuaria), los trenes de parada en cada estación de fase 1A se convertirán en patrones para las paradas en cada estación. También se utilizarán trenes rápidos y paradas de estaciones para el aeropuerto.

Para calcular el patrón de conducción, la distancia entre estaciones se establece en 0,5 km, 1 km, 2 km, 3 km y 4 km.

De acuerdo con esto, se aplicará cada patrón a la fase 1B (estación de conexión Metro-1 - estación del aeropuerto) y se exigirá una velocidad determinada en el momento del descenso.

El movimiento se realiza simultáneamente a la misma velocidad.

Las paradas en cada estación son similares a las de la fase 1A.

□ Patron de marcha entre estaciones (Fase 2)

Con la apertura de la fase 2 (estación de conexión Metro 1 "Terminal Centro Olimpico" - estación de conexión Metro 2 "Republica de Colombia") se extenderá el tráfico a todas las estaciones, paradas en cada zona y todos los trenes rápidos hasta la Estación República de Colombia.

La distancia entre estaciones en el cálculo del patrón de conducción se establece como 0.5 km, 1 km, 2 km, 3 km y 4 km.

De acuerdo con esto, aplicamos cada patrón a la fase 2 (estación de conexión "República de Colombia" - Aeropuerto Americas) y pedimos una velocidad determinada en el momento del descenso.

El movimiento se realiza simultáneamente a la misma velocidad.

04-2. Plan de Operaciones del Tren

■ Resumen de operaciones por fases

Fase	Operación del tren	Longitud de ruta (km)	Tiempo de viaje	Velocidad programada (km/h)
Fase 1A	Tren Local	16.5	00:23:09	42.8
Fase 1B	Tren Local	34.5	00:43:32	47.6
	Tren Local Seccional	16.5	00:23:09	42.8
	Tren de acceso al aeropuerto	34.5	00:34:46	59.5
Fase 2	Tren Local	48.5	01:09:16	42.0
	Tren Local Seccional	30.5	00:48:53	37.4
	Tren de acceso al aeropuerto	48.5	00:54:51	53.1

■ Intervalo mínimo

Fase 1A	Fase 1B	Fase 2
Terminal Centro Olímpico - Hipódromo V Centenario ■ 2.7 min (23 trenes/hora (=12,800 (PPHPD)/ 580 pax), todos trenes locales, 4 coches)	Terminal Centro Olímpico - Hipódromo V Centenario ■ 2.0 min (29 trenes/hora, 8 trenes locales, 19 trenes seccionales locales, 2 trenes de acceso al aeropuerto, 4 coches)	República de Colombia - Hipódromo V Centenario ■ 2.5 min (29 trenes/hora, 8 trenes locales, 19 trenes seccionales locales, 2 trenes de acceso al aeropuerto, 6 coches)
	Hipódromo V Centenario - Aeropuerto Las Américas ■ 6.0 min (10 trenes/hora, 8 trenes locales, 2 trenes de acceso al aeropuerto, 4 coches)	Hipódromo V Centenario - Aeropuerto Las Américas ■ 6.0 min (10 trenes/hora, 8 trenes locales, 2 trenes de acceso al aeropuerto, 6 coches).

04-2. Plan de Operaciones del Tren

■ Comparación del tiempo de viaje entre el metro y la carretera

Sección	Por vehículo ¹⁾	Por metro/ metro linear	Diferencias
Ensanche Ozama - Centro Olímpico	15 a 20 minutos	Aprox. 10 minutos	- 5-10 minutos
Aeropuerto de Las Américas - Parque Enriqueillo	30 a 40 minutos	Aprox. 30 minutos (Servicio de trenes rápidos)	- 0-10 minutos
Villa Mella (Est. Mamá Tingó) – Palacio Nacional	35 a 45 minutos	25 minutos ²⁾	- 10-20 minutos

1. El tiempo de viaje por vehículo se calcula basándose en el tiempo promedio de trayecto de la aplicación de Google Map y Waze a las 7:30 (hora punta) y 10:00 (hora fuera punta).
2. El tiempo de viaje incluye 3 minutos para el traslado desde la línea 1 a la línea 3.



Fuente: VINCI Airports



Fuente: Equipo del Estudio del METI

El metro es más rápido que el vehículo, especialmente en horas pico. La línea 3 beneficiara tambien a los ciudadanos a lo largo de las líneas 1 y 2.

04-2. Plan de Operaciones del Tren

■ Juego de trenes y vagones necesarios

Fase 1A	Fase 1B	Fase 2 *
<p>Terminal Centro Olímpico - Hipódromo V Centenario</p> <p>□ Juego de trenes requerido: (23.2 minutos / 2.7 min + 1) x 2 direcciones + 3 = 21 trenes (84 coches)</p> <p>(En el caso de interval mínimo 2,7 min, tiempo de viaje en una dirección 23:09, todos los 4 coches, 1 tren de reparación general, 1 tren de inspección, 1 tren de reserva)</p>	<p>Terminal Centro Olímpico - Hipódromo V Centenario</p> <p>□ Juego de trenes requerido: (23.2 minutos / 2 min + 1) x 2 direcciones = 24 trenes (En el caso de interval mínimo 2.0 min, tiempo de viaje unidireccional 23:09, 4 coches)</p> <p>Hipódromo V Centenario - Aeropuerto Las Américas</p> <p>□ Juego de trenes requerido: (20.1 minutos / 6 min + 1) x 2 direcciones = 8 trenes (En caso de intervalo mínimo 6.0 min, tiempo de viaje unidireccional 20:07, 4 coches)</p> <p>Juego de tren total, 1 tren de revisión, 1 tren de inspección, 1 tren de reserva, 24 + 8 + 3 = 35 trenes (140 coches)</p> <p>Se añaden 14 trenes (56 coches) de la Fase 1A.</p>	<p>República de Colombia - Hipódromo V Centenario</p> <p>□ Juego de trenes requerido: (48.9 min / 2.5 min + 1) x 2 direcciones = 40 trenes (En caso de interval mínimo 2.5 min, tiempo de viaje unidireccional 48:53, 6 coches)</p> <p>Hipódromo V Centenario - Aeropuerto Las Américas</p> <p>□ Juego de trenes requerido: (20.1 minutos / 6 min + 1) x 2 direcciones = 8 trenes (En caso de interval mínimo 6.0min, tiempo de viaje unidireccional 20:07, 6-coches)</p> <p>Juego de tren total, 1 tren de revisión, 1 tren de inspección, 1 tren de reserva, 40 + 8 + 3 = 51 trenes (306 coches)</p> <p>Para tener seis coches, se añaden 16 trenes (96 coches) de la Fase 1B.</p>

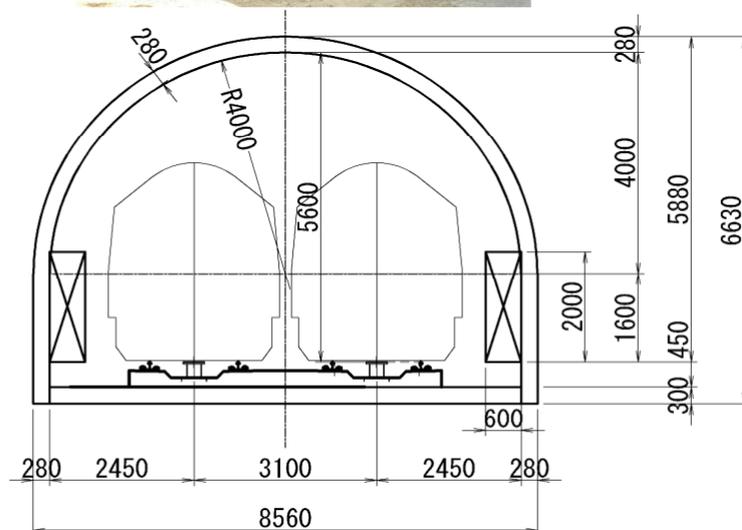
*El tren local, el tren local seccional y el tren de acceso al aeropuerto son del mismo tipo 4 coches.

**El tren local, el tren local seccional y el tren de acceso al aeropuerto son del mismo tipo de 6 coches.

04-3. Plan de instalaciones civiles, arquitectónicas y de pista

■ La estructura civil subterránea -Túnel-

- Dado que el suelo en el país es muy duro, la sección transversal típica del túnel es la sección transversal de herradura usando el método de túnel minero.
- Especificaciones del túnel interior
 - ✓ Distancia del centro de vía:
3.1-3.7 m (2.9 m (gálibo de construcción) + 0.2-0.8 m (espaciamento))
 - ✓ Ancho del túnel:
8.0 m (3.1 m + 2.45 m x 2)
 - ✓ Alto del túnel:
aproximadamente 6 m (según la sección transversal típica del Metro Santo Domingo)
 - ✓ Pasarela para mantenimiento y evacuación:
Ancho 0.6 m x altura 2.0 m
 - ✓ La altura del túnel se puede acortar si se aplica un círculo de 3 centímetros para el arco del túnel, lo que puede reducir la excavación del suelo.

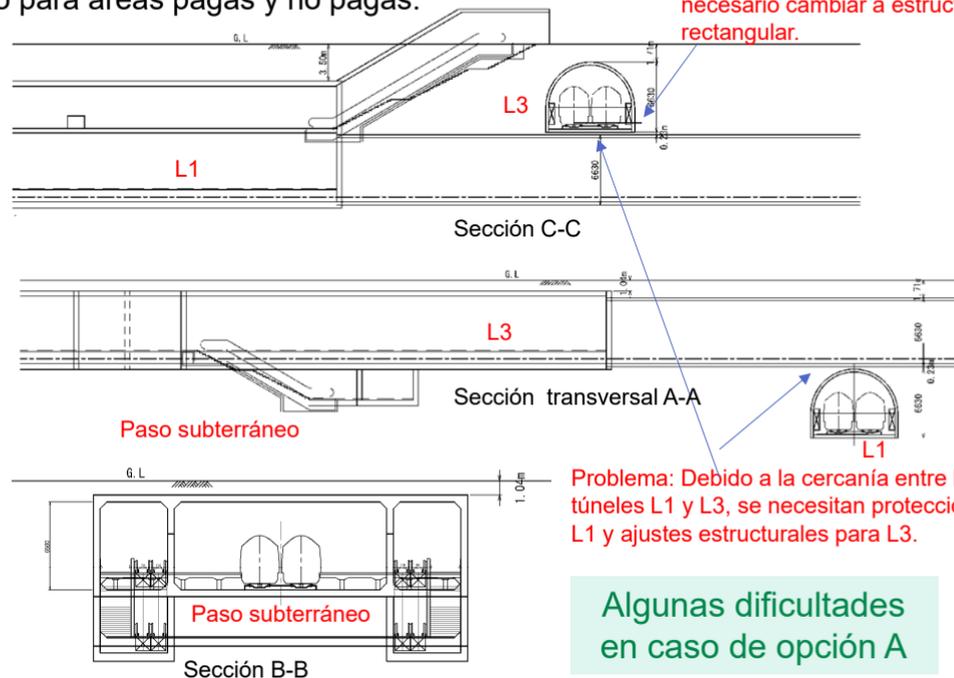
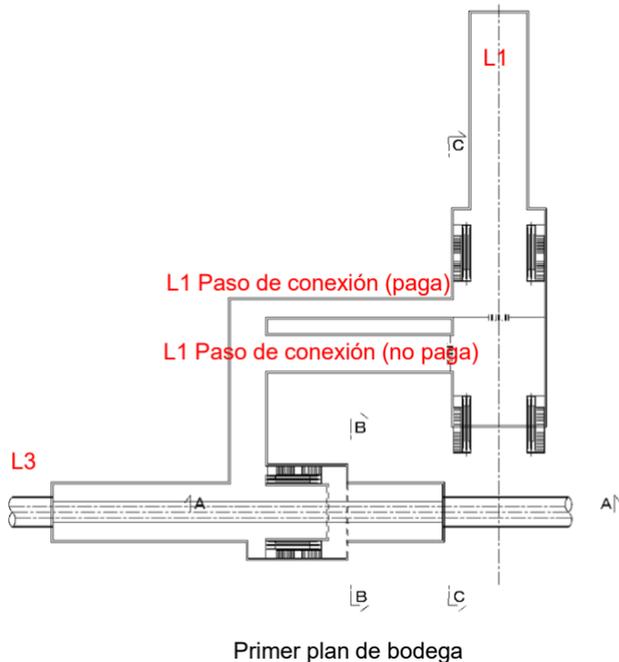


04-3. Plan de instalaciones civiles, arquitectónicas y vías

■ Plan de transferencia entre Líneas 1 y 3 (plan de una capa) en Estación Juan Bosch/Centro Olímpico –Opción A

- ❑ El túnel de la Línea 3 pasará sobre el túnel de la Línea 1.
- ❑ La estructura de la estación la Línea 3 es de tipo **un solo nivel**. Así, los andenes de líneas ascendentes y descendentes están conectados por un pasaje subterráneo.
- ❑ Se han dispuesto dos pasillos de conexión tanto para áreas pagas y no pagas.

Problema: Pequeña sobrecarga debido a la sección transversal de herradura. Podría ser necesario cambiar a estructura rectangular.



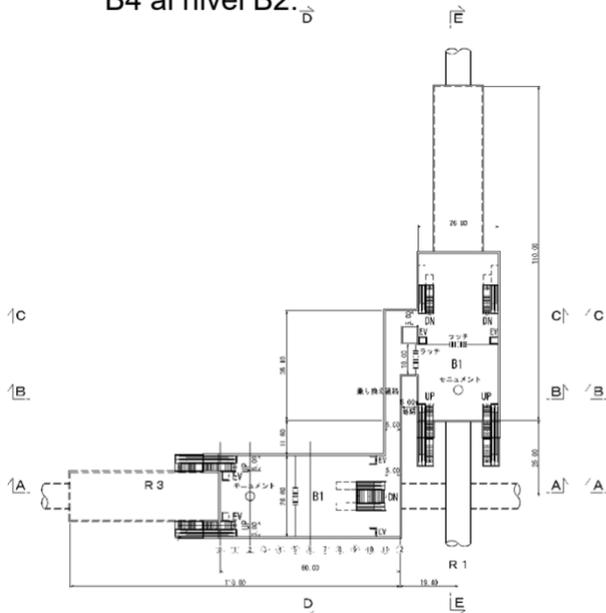
Problema: Debido a la cercanía entre los túneles L1 y L3, se necesitan protección para L1 y ajustes estructurales para L3.

Algunas dificultades en caso de opción A

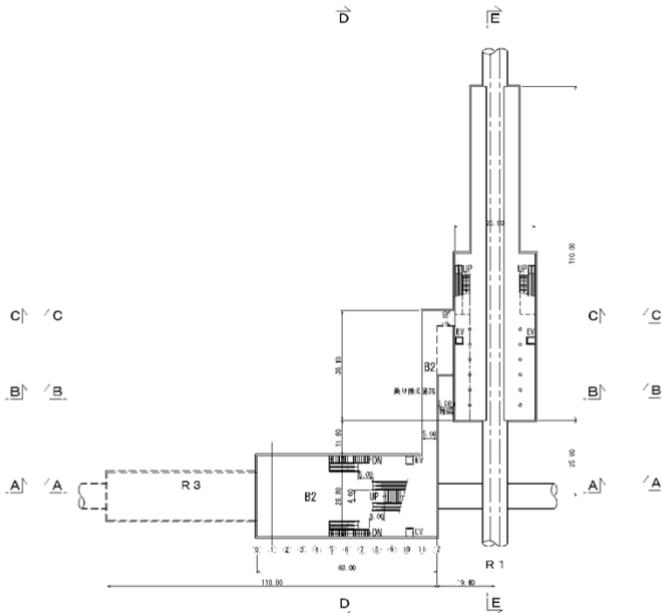
04-3. Plan de instalaciones civiles, arquitectónicas y vías

■ Plan de transferencia entre Líneas 1 y 3 (Plan de 3 capas) en Estación Juan Bosch/Centro Olímpico –Opción B

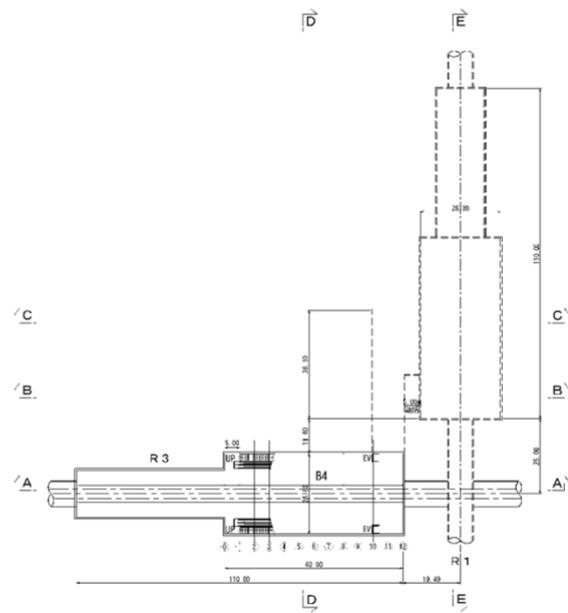
- La Línea 3 pasa por debajo del túnel de la Línea 1.
- La estación de la Línea 3 tiene 4 niveles subterráneos para mantener un espacio libre de la misma longitud que el diámetro del túnel.
- Los pasajeros pueden hacer transbordo entre la línea 1 (en dirección Sur) y la Línea 3: escalera mecánica desde el nivel B4 al nivel B2.



Plano del primer nivel



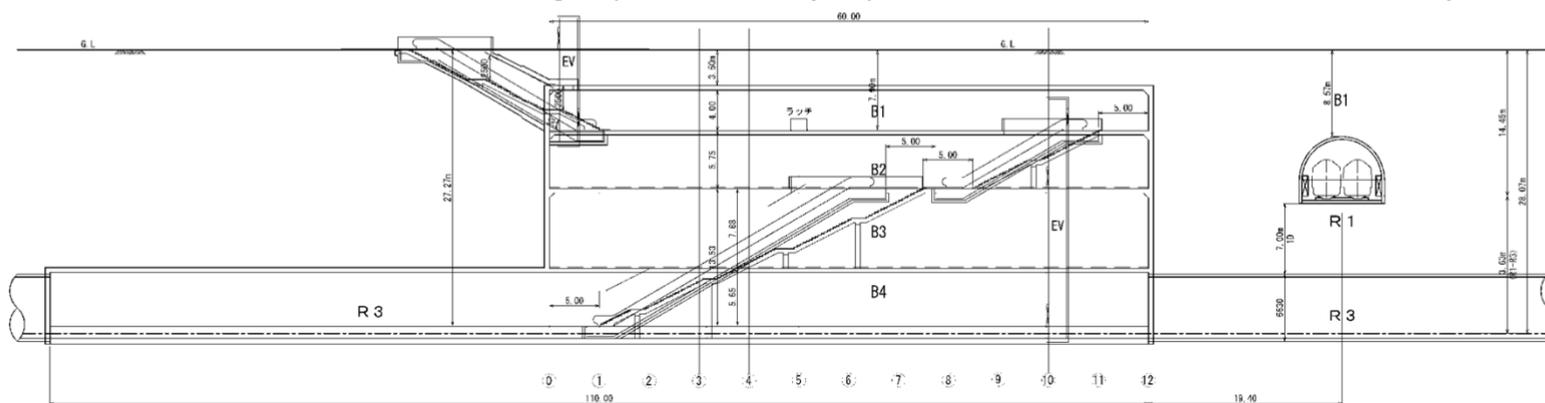
Plano del segundo nivel



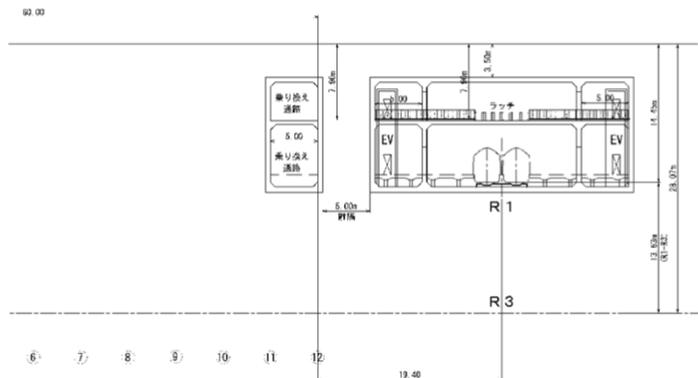
Plano del tercer nivel

04-3. Plan de instalaciones civiles, arquitectónicas y vías

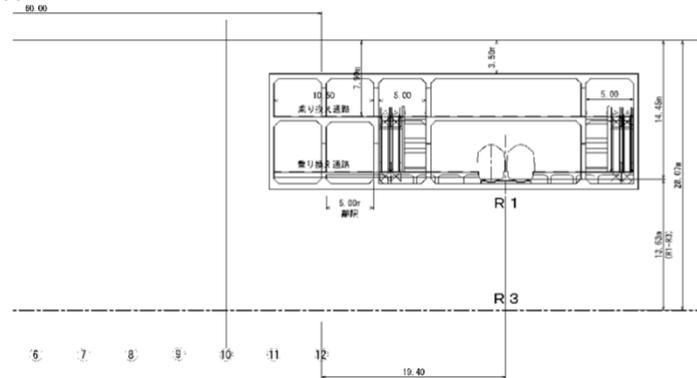
■ Plan de transferencia entre Líneas 1 y 3 (Plan de 3 capas) en Estación Juan Bosch/Centro Olímpico –Opción B



Sección A-A



Sección B-B



Sección C-C

Unidad: mm

04-3. Plan de instalaciones civiles, arquitectónicas y de pista

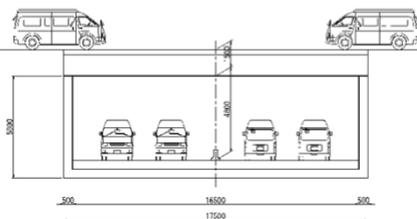
- Plan de Transferencia de las Líneas 1 y 3 (Plano de 3 capas) en Estación Juan Bosch/ Centro Olímpico –Opción B-



04-3. Plan de instalaciones civiles, arquitectónicas y vías

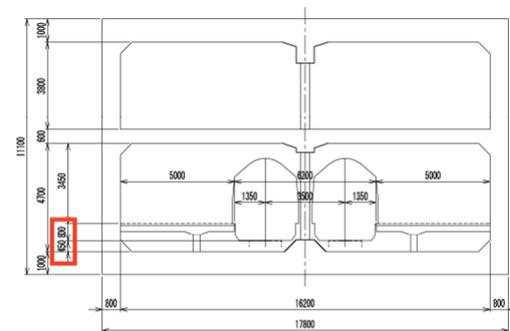
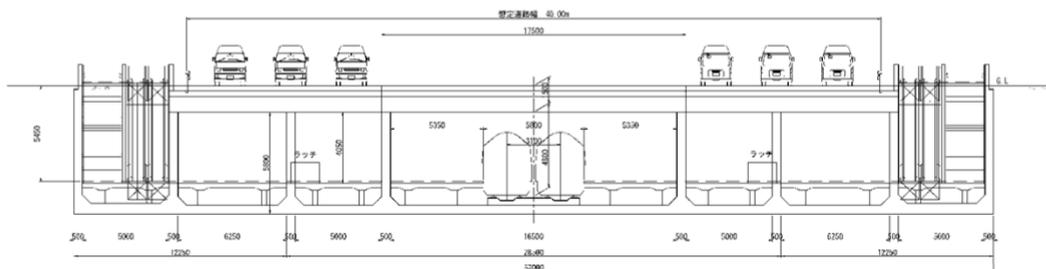
■ Estructura de estación subterránea utilizando el paso a desnivel en la Ave. 27 de Febrero

- ❑ Si pudiera utilizarse el paso a desnivel existente en la avenida 27 de Febrero para la Línea 3 del Metro, la estructura de la estación quedaría de la siguiente manera:
- ❑ La estación de metro es una estructura de una sola capa donde el vestíbulo se desarrolla bajo la calzada.
- ❑ Las entradas / salidas se colocarán en la acera o terrenos junto a la vía.



Después de la construcción

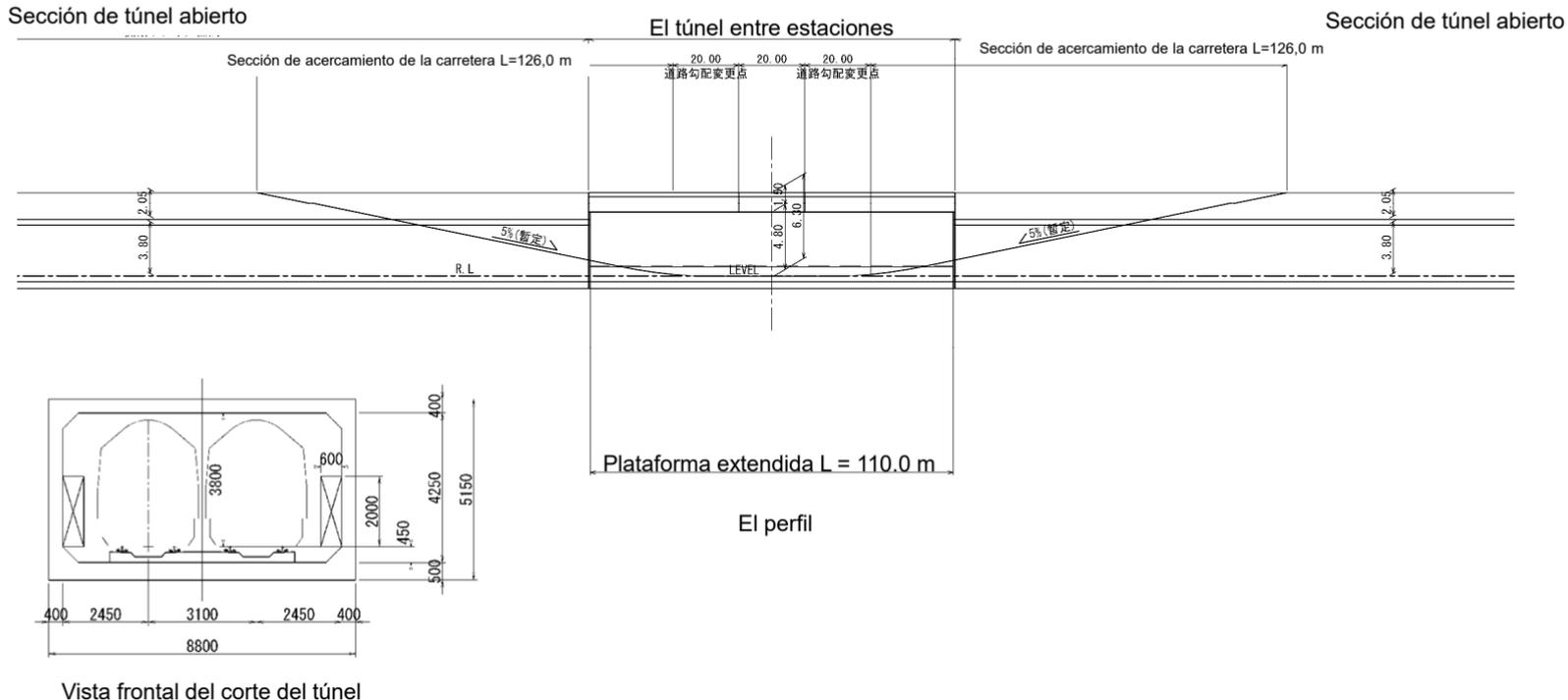
改良断面



Estación de metro típica japonesa
(El estilo estándar en Japón es un diseño mínimo destinado a minimizar los costos.)

04-3. Plan de instalaciones civiles, arquitectónicas y vías

- Estructura de la estación que utiliza el plan del paso a desnivel (plan de una capa)
 - El túnel entre estaciones se construirá a cielo abierto incluyendo un tramo de acceso a la vía.



Vista frontal del corte del túnel

04-3. Plan de instalaciones civiles, arquitectónicas y vías

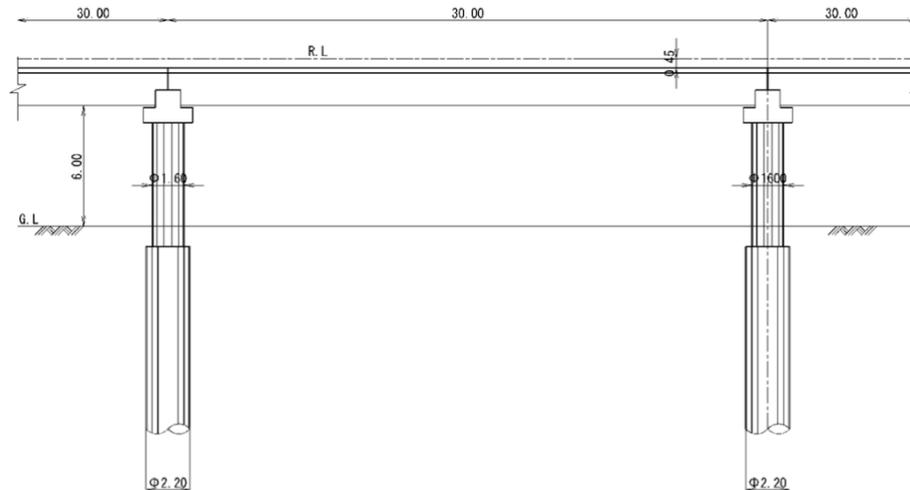
■ Estructura civil elevada -Viaducto-

□ Viaducto

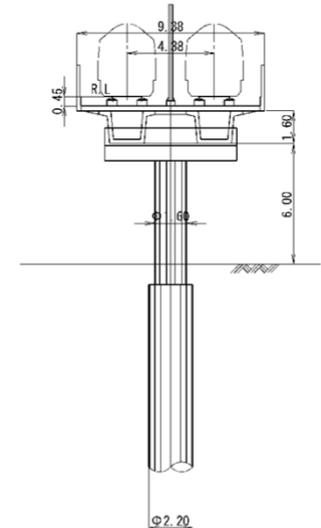
- ✓ Se aplica la misma estructura del metro existente de Santo Domingo, que consiste en pilares y vigas.
- ✓ La longitud típica del tramo es de 30 m, que es la misma del metro existente.



Vista lateral



Vista frontal

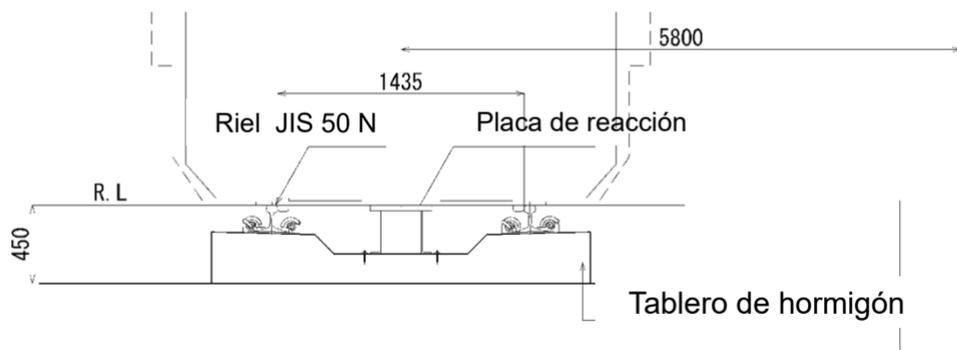


04-3. Plan de instalaciones civiles, arquitectónicas y vías

■ Estructura de la vía

- La estructura vías se propone de la siguiente manera para asegurar la aplicabilidad del sistema del Metro Lineal.
- La placa de reacción se instala entre los carriles. El espacio libre entre la placa de reacción y el motor lineal es 9-12 mm

Elemento	Descripción	Nota
Tipo de riel	Carril JIS 50N	
Tablero de vía	Tablero de hormigón	Mismo del Metro de Santo Domingo
Eje de carga	105 kN	
Gálibo	1,435 mm	Mismo del Metro de Santo Domingo



Placa de reacción

04-3. Plan de instalaciones civiles, arquitectónicas y vías

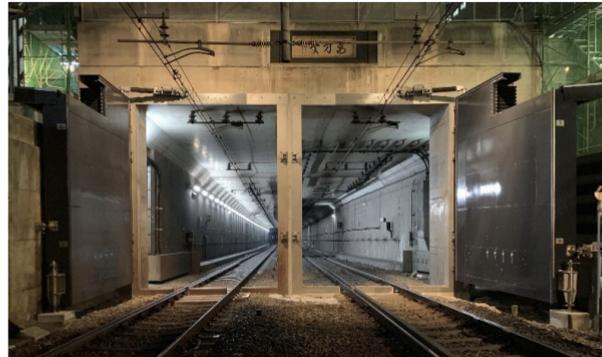
■ Medidas contra los desastres naturales

□ Medidas contra sismos

- ✓ Para prevenir la destrucción de las columnas medias por terremotos, es común aplicar medidas de resistencia al sismo mediante el reforzamiento y la instalación secreta de fuentes de hierro reforzadas con fuente.

□ Medidas contra las inundaciones

- ✓ En consideración a las inundaciones internas, los desbordamientos de ríos y maremotos, se instalan paneles de retención de agua en las entradas y puertas de hierro para detener del agua en el túnel.
- ✓ La foto del centro muestra la puerta de hierro en la entrada del túnel, la derecha muestra el panel impermeable en la entrada/salida



04-4. Plan de Material Rodante

■ 04-4.1. Especificaciones básicas del material rodante del Metro Lineal

- El material rodante del Metro Lineal tiene diferentes especificaciones. Como el primer Metro Lineal (Osaka) se implementó en 1990, Japón tiene mucha experiencia en Metro Lineal durante más de 30 años. **Además, se están desarrollando continuamente nuevas tecnologías.**

Ciudad / Tipo	Yokohama	Sendai	Fukuoka	Smart Metro Lineal
Material rodante				
Largo	15.5 – 16.1 m	16.5 – 16.75 m	16.5 – 16.75 m	12 m
Ancho	2.49 m	2.494 m	2.49 m	2,47 m
Alto	3.1 – 3.12 m	3.14 – 3.145 m	3.145 m	3.05 m
Velocidad máxima de servicio	80 km/h	70 km/h	70 km/h	70 a 110 km/h
Capacidad (AW3)	147-162 pax / vagón	147-162 pax / vagón	147-162 pax / vagón	96-111 pax / vagón
Pendiente máxima	5.8%	5.7%	4.0%	6%
Curvatura de radio minima	100 metros	100 metros	100 metros	70 metros
Fabricante	Kawasaki	Kinki Sharyo	Hitachi	N/A
Inauguración	2008~	2015~	2005~ (extensión 2018~)	Su nuevo sistema de Metro Lineal está desarrollado, pero aún no se ha implementado

04-4. Plan del Material Rodante

■ 04-4.2. Especificaciones de Material Rodante

□ Especificaciones del Material Rodante para Metro Lineal EMU (muestra)

- ✓ Basándose en los requisitos de la ruta, se asume que un Metro Lineal, que tiene un alto grado de flexibilidad en el plan de ruta, presenta curvas no adhesivas, agudas y gradientes abruptos, y ha estado operando durante 30 años en siete líneas en seis ciudades de Japón, es un sistema de transporte urbano adecuado para este proyecto.

El elemento	Especificaciones propuestas
Tipo de coche	Metro Lineal (EMU impulsado linealmente, Gálibo: 1,435 mm, 1500 V DC sistema de contacto superior. Fabricado en aleación de aluminio resistente a la corrosión, automóvil eléctrico de pasajeros con bogie de dos ejes
Formación de trenes	4 coches: Mc+M+M+Mc, (6 coches en el futuro: Mc + M + M + M + M + Mc)
Desempeño del tren	Velocidad máxima de servicio: 80 km/h Aceleración: 3.5 km/h/s, desaceleración (freno de servicio máximo): 4.0 km/h/s
Dimensiones del coche	Largo 16.0 m x Ancho 2.49 m x Alto 3.15 m Altura del piso: 850 mm, altura interior: 2.05 m
Peso del vehículo (toneladas)	26.5 toneladas / coche
Capacidad de pasajeros	Mc-coche 88, M-coche: 102 (de pie 3.3 personas/m ²) Capacidad máxima de pasajeros: Mc-coche: 135, M-coche: 155 (de pie 6 personas/m ²)
Estructura del Bogie	Motor lineal montado en el marco de bogie, auto-conducción, Bogie de resolte neumático, estructura conjunta, especificación del ferrocarril: JIS 50N, Diámetro de la rueda: 660 mm, Distancia entre ejes fija: 1900 mm
Motor de tracción	Motor de inducción lineal primario unilateral en tres fases (Placa de reacción secundaria)
Sistema de control	Inversor VVVF (con sistema de frenado regenerativo)
Sistema de protección del tren	CBTC
Sistema de operación del tren	ATO (GoA Nivel 3 o más)

04-5. Plan de señalización y telecomunicaciones

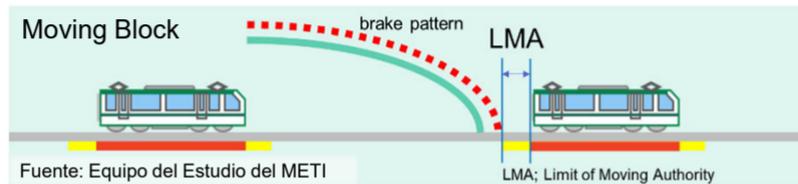
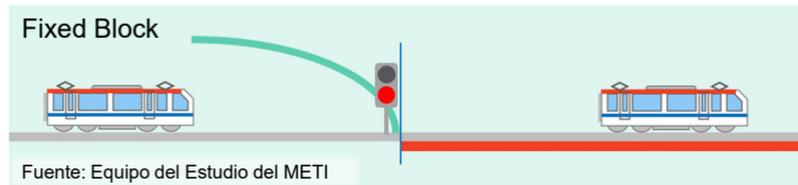
■ 04-5.1. Especificaciones propuestas de señalización y telecomunicaciones

- El sistema más importante en el sistema de señalización y telecomunicaciones es el bloqueo.
- “**Bloque fijo**” y “**Bloque móvil**” se utilizan para el sistema de bloques.
- Las Líneas 1 y 2 de Metro utilizan “**Bloque fijo**” como sistema de bloques y se operan por operación manual.
- El **Control de Tren basado en la Comunicación (CBTC)** se utiliza como método de señalización en el “**Bloque móvil**”.
- Características de “Bloque móvil” con CBTC

- ✓ Mejor seguridad y puntualidad a través de la detección en tiempo real de posición del tren.
- ✓ Mejora de la eficiencia operativa con optimización del espacio entre trenes.
- ✓ Flexibilidad y escalabilidad para acomodar nuevas estaciones y extensiones de línea.
- ✓ Mejora de la eficiencia energética mediante optimización operativa.

Ejemplos de CBTC implementados por una empresa japonesa

Nombre de la línea	Inauguración
Delhi Metro Line-8	2017
Jakarta MRT North-south	2019
Brazil São Paulo Metro Line 6	2023
Dhaka MRT Line-6	2023



Se propone la adopción del “**Bloque móvil**” para la Línea 3, ya que las características mencionadas anteriormente son adecuadas a los requisitos de transporte de alta seguridad y alta densidad, con planes de extensión de línea y adiciones de estaciones.

04-5. Plan de señalización y telecomunicaciones

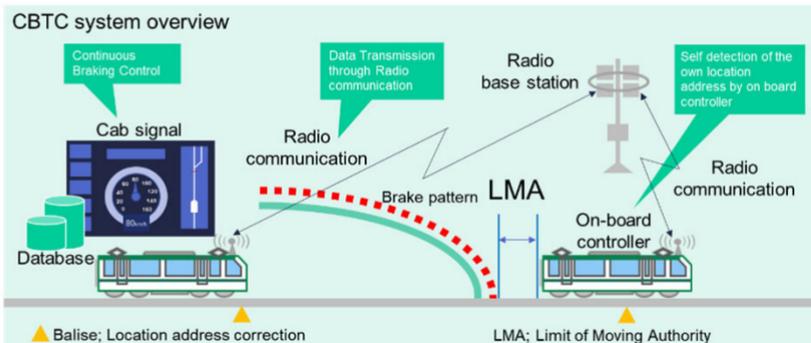
■ 04-5.2. Control de tren basado en la comunicación (CBTC)

- ❑ **CBTC** es un sistema de control del tren (método de señalización) que utiliza un sistema de bloques en movimiento para el sistema de bloqueo.
- ❑ **CBTC** utiliza comunicación inalámbrica para la transmisión de datos entre equipos en tierra y a bordo.
- ❑ **CBTC** permite el transporte de alta densidad con un recorrido tan corto como 90 segundos.
- ❑ En comparación con los métodos de control del tren utilizando circuitos de pista, CBTC reduce el costo de instalación y mantenimiento de las instalaciones terrestres.



Dado que el uso de **CBTC** es un requisito previo para la adopción del “Bloqueo móvil”, la Línea 3 requiere la adopción de CBTC.

Metro	Líneas 1 y 2	Línea 3
Sistema de bloqueo	Bloque fijo	Bloque móvil
Sistema de señalización	ATP	CBTC



Fuente: Equipo de estudio METI

Descripción general de las funciones del CBTC

- ✓ Los trenes detectan su propia posición y transmiten de forma inalámbrica estos datos de posición a los trenes siguientes a través de equipos terrestres.
- ✓ El equipo a bordo determina la posición del tren utilizando puntos de referencia como las balizas, midiendo la distancia recorrida desde estos puntos.
- ✓ Los trenes posteriores controlan sus patrones de freno para parar en el extremo trasero del límite de autoridad móvil (LMA).
- ✓ El equipo de tierra transmite la información interlocking del Sistema de Interbloqueo Basado en Computador (CBI), incluido el estado de señalización y participación de la máquina, al equipo a bordo.

04-5. Plan de señalización y telecomunicaciones

■ 04-5.3. Centro de Control Operativo (CCO)

- ❑ El CCO sirve como una instalación tripulada para supervisar el funcionamiento seguro y estable de toda la red operativa.
- ❑ El CCO está equipado con sistemas de gestión del funcionamiento del tren y dispositivos de monitoreo en todo el sistema.
- ❑ El CCO para las Líneas 1 y 2 se encuentra dentro de las instalaciones del depósito de dichas líneas.
- ❑ Si bien es ideal tener funcionalidades e instalaciones comunes para el CCO en todas las líneas, incorporar las características operativas de la Línea 3 a la instalación existente de las Líneas 1 y 2 plantea retos. Esto se debe a la dificultad de agregar las funciones operativas de la Línea 3 al equipo actualmente en funcionamiento para las Líneas 1 y 2.
- ❑ Para lograr la normalización del CCO en todas las líneas, es esencial asegurar espacio dentro del CCO existente para la instalación de instalaciones adicionales específicas a la Línea 3. Además, se anticipan impactos significativos, como modificaciones a las instalaciones CCO existentes (ATS, SCADA, etc.), que pueden resultar en un aumento sustancial de los costos del sistema.



Se propone establecer un nuevo CCO para la Línea 3

Se recomienda que la Línea 3 adopte un modo de transporte diferente (Metro Lineal), distinto del de las Líneas 1 y 2. Además, teniendo en cuenta que el sistema de señalización y comunicación de la Línea 3 se convertirá en un sistema independiente del de las Líneas 1 y 2, la normalización de las instalaciones de la OCC con las de las Líneas 1 y 2 presenta ventajas limitadas.



04-5. Plan de señalización y telecomunicaciones

■ 04-5.4. Puertas de plataforma (Platform Screen Door - PSD)

- ❑ La puerta de plataforma (PSD) contribuye tanto a la seguridad de los pasajeros en la plataforma como al funcionamiento estable de los trenes.
- ❑ La precisión de las posiciones de parada del tren es crucial para la utilización del PSD. Por lo tanto, es necesaria la introducción de instalaciones como el funcionamiento automático del tren (ATO) o el controlador automático de parada del tren (TASC), que ayudan a detener con precisión los trenes.
- ❑ La situación en las plataformas de la Línea-1 y 2 es la siguiente.
 - ✓ El PSD no está instalado en toda la línea-1 y 2.
 - ✓ Como la operación manual es llevada a cabo por el conductor del tren, las posiciones de parada y embarque no están fijas, causando que los pasajeros se dispersen en la plataforma mientras esperan la llegada de trenes.
 - ✓ El personal de seguridad está desplegado en cada estación para garantizar la seguridad de los pasajeros en la plataforma.



Se propone instalar **puertas de plataforma** para la Línea 3

Se espera que la Línea 3 tenga una alta demanda en el futuro, se anticipa congestión constante en la plataforma. Con la introducción de los servicios de **trenes rápidos**, debe garantizarse una mayor seguridad en las plataformas.

La instalación de PSD es necesaria cuando se utiliza **GoA** superior al **Nivel 3** en Línea 3.



04-5. Plan de señalización y telecomunicaciones

■ 04-5.4. Puertas de pantalla (PSD)

- ❑ Hay varios tipos de PSD, y el costo y la seguridad varían dependiendo del tipo.
- ❑ A mayor costo, el nivel de seguridad es más alto.
- ❑ Los tipos típicos de PSD son los siguientes.
 - ✓ Tipo altura total
 - ✓ Tipo de elevación del piso
 - ✓ Tipo altura media
 - ✓ Tipo de valla fija
- ❑ La relación entre seguridad y costo por tipo PSD es la siguiente.

Type	Safety	Cost
Full height	High	High
Half height	↑	↑
Elevating rod	↓	↓
Fixed fence	Low	Low

Se propone implementar PSD tipo medio-alto para la Línea 3

La alta seguridad de los pasajeros en plataformas congestionadas es una consideración prioritaria. El tipo más seguro de altura completa se utiliza a menudo en combinación con los sistemas de aire acondicionado y ventilación de la plataforma, y es más costoso. El tipo medio de altura ofrece un buen equilibrio entre seguridad y costo.



Fuente: Equipo del Estudio del METI

Full height type



Fuente: MLIT de JAPÓN

Elevating rod type



Fuente: Equipo del Estudio del METI

Half height type



Fuente: Equipo del Estudio del METI

Fixed fence type

Tipo de barra general

- ✓ Toda la barra se eleva y baja verticalmente
- ✓ La vara se eleva sólo cuando llega el tren, permitiendo a los pasajeros embarcar y desembarcar
- ✓ Los trenes no necesitan parar exactamente en el lugar

Tipo de fila general

- ✓ No hay piezas móviles y la apertura para el embarque y alojamiento está siempre abierta
- ✓ Los sensores se instalan en las aberturas para detectar la detención entre las barandas fijas y el tren

04-5. Plan de señalización y telecomunicaciones

■ 04-5.5. Sistema automatizado de cobro de tarifas (AFC) y emisión de billetes

- ❑ La incorporación de AFC permite a los usuarios pagar convenientemente su tarifa utilizando tarjetas IC o tarjetas de crédito. Esto no solo mejora la comodidad del usuario, sino que también simplifica el proceso de recogida de tarifas para una mayor eficiencia.
- ❑ Las líneas 1 y 2 no están equipadas **con máquinas de depósito de tarjetas IC prepagadas o máquinas automáticas de venta de boletos**, etc. Dependiendo de la hora del día, puede haber filas en las ventanas para comprar entradas en algunas estaciones.
- ❑ Independientemente de la distancia recorrida dentro del Metro las Líneas 1 y 2 y Teleferico línea-1, el precio sigue siendo el mismo que es DOP 20.
- ❑ Las puertas de billetes automáticas en las Líneas 1 y 2 tienen un lector de tarjetas IC en la parte superior, que permite a los pasajeros pasar por la puerta manteniendo su tarjeta sobre ella.



❑ Otras informaciones relacionadas con las Líneas 1 y 2 AFC

- ✓ La tarjeta IC tipo A se utiliza
- ✓ Las tarifas son 20 pesos dominicanos para una tarjeta de tipo prepago, DOP 35 para una única tarjeta de tipo de viaje
- ✓ Los boletos de vuelta, billetes de cupón y entradas de un día también están disponibles
- ✓ La tarjeta IC debe presentarse tanto en la entrada como en la salida

04-5. Plan de señalización y telecomunicaciones

■ 04-5.5. Sistema automatizado de cobro de tarifas (AFC) y emisión de billetes

- ❑ Se espera que la Línea 3 tenga tranbordos y conexiones con las Líneas 1, 2 y el teleférico, por lo que el sistema de billetes debe ser interoperable.
- ❑ Metro Línea 3 es una línea de acceso al aeropuerto, por lo que debería ser un sistema de boletos que pueda usarse fácilmente por los visitantes desde fuera de la región y del extranjero.
- ❑ La Línea 2 del teleférico ya ha introducido un sistema de pago que utiliza una función de pago sin contacto con tarjeta de crédito para boletos.
- ❑ En Japón, las funciones de pago por tarjeta de crédito y código QR se han añadido a los torniquetes automáticos existentes para tarjetas IC como una modernización.



Se propone la introducción de un sistema de boletos que sea **interoperable con las Líneas 1 y 2.** (Con la apertura de la Línea 3, se considera necesario reconsiderar el sistema de tarifas común, incluida la Línea 3.)

Se recomienda soportar **pagos sin contacto para tarjetas de crédito** y otros tipos de métodos de pago como **Type-C**. En este caso, será necesario considerar el impacto en otras líneas, como la necesidad de adaptar los torniquetes de las Líneas 1 y 2 del Metro y Teleférico Línea 1 a diferentes tipos.

Ventajas de la tarjeta de crédito sin contacto

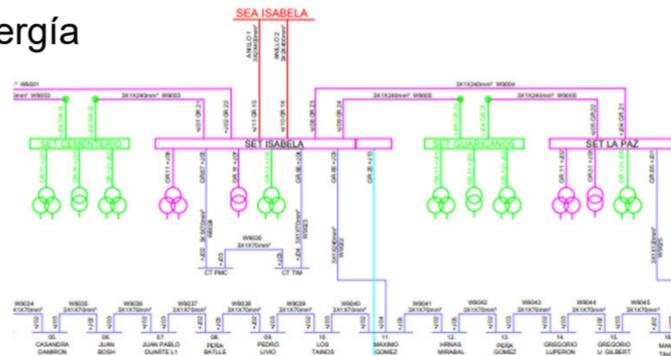
- ✓ Muchos usuarios, incluidos los de fuera del área y los internacionales, pueden utilizar el metro sin comprar un billete.
- ✓ Posible reducir los costos asociados con las tarjetas IC (producción de tarjetas, instalación de máquinas de venta de boletos, personal de contabilidad, etc.)

04-6. Suministro de energía

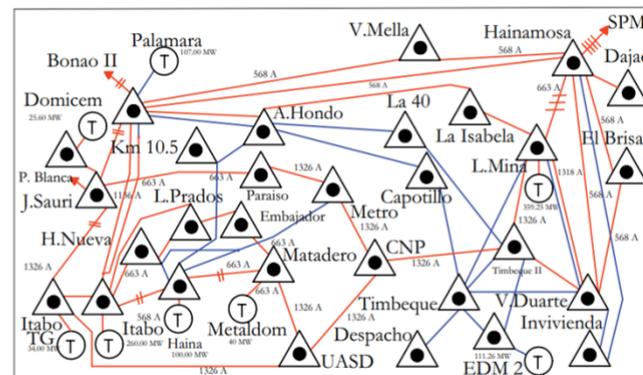
■ 04-6.1. Especificaciones propuesta para el suministro de energía

□ Los vehículos de Metro Lineales reciben energía a través de pantógrafos de líneas aéreas de **1500 V DC**, como las existentes en Líneas 1 y 2. Dado que los vehículos de la Línea 3 son ligeros, según la experiencia Japonesa, su consumo de energía es menor o igual al del vehículo convencional. Por lo tanto, recomendamos el mismo sistema de suministro eléctrico para la Línea 3 como para las Líneas 1 y 2.

- ✓ Recibir dos líneas de **energía trifásica de 20 kV** desde una subestación de la red eléctrica cerca de línea y distribuir la potencia a través del túnel mediante cables.
- ✓ Según el informe OC, las subestaciones de red eléctrica (SEA) cercanas para la Línea 3 son **Herrera Nueva, Embajador, Base Aerea** y el punto de conexión de la línea 2, **Los Alcarrizos**.
- ✓ Las subestaciones de tracción estarán ubicadas en el nivel de la emplanada de las estaciones a intervalos de aproximadamente 2 km, es decir, 3-4 estaciones. Se esperan subestaciones de tracción X en la Fase 1 y Y en la Fase 2.
- ✓ En las subestaciones de tracción se instalarán uno o dos conjuntos de rectificadores de 12 fases de aproximadamente 3 MVA.
- ✓ El sistema SCADA para las instalaciones eléctricas de la Línea 3 se puede integrar con las Líneas 1 y 2.



Sistema Eléctrico en el Metro Santo Domingo



Subestaciones en Santo Domingo

04-6. Suministro de energía

■ Comparación entre Tercer Riel y Overhead Contact Line System (OCS)

Elemento	OCS	Tercer riel
Compatibilidad	Alta (el mismo que la línea 1 y 2)	Bajo
Tensión de suministro	Alta (1500 V o más)	Bajo (hasta 750 V)
Intervalo de subestación	Más largo (3 – 10 km)	Más corto (hasta 2 km)
Distancia de aislamiento	Más largo (150 mm (70 mm en especial))	Más corto (70 mm)
Sección transversal Del túnel	En el caso de las montañas, no hay diferencia	
Intrusión visual	Grande (Igual que las líneas 1 y 2)	Mas pequeño
Seguridad de los pasajeros	Más Seguro	Se requiere cuidado en las estaciones

Imagen



OCS en Santo Domingo Línea 1



Tercer riel (Tokyo Metro)

04-6. Suministro de energía

■ 04-6.2. Especificaciones propuestas para la línea aérea de contacto

- ▣ Las instalaciones de catenarias para la Línea 3 son similares a las existentes Líneas 1 y 2. En otras palabras:
 - ✓ La sección subterránea se basa en un rígido sistema de catenarias
 - ✓ Para el tramo elevado se utilizará el sistema de catenaria aérea.

■ 04-6.3 Especificaciones propuestas para el de suministro eléctrico y SCADA

- ▣ Se recomienda el mismo sistema de suministro eléctrico para la Línea 3 que para las líneas 1 y 2.
 - ✓ El suministro eléctrico a cada instalación de estación se distribuirá desde 100 V y 200 V bajo voltaje, gradualmente descendiendo de tres fases 20 kV.
 - ✓ El sistema SCADA para las instalaciones eléctricas de la Línea 3 se puede integrar con las Líneas 1 y 2.



Sección subterránea (Ciudad de Fukuoka)



Sección elevada (Ciudad de Yokohama)

04-6. Suministro de energía

■ Equipamiento adicional para ahorrar electricidad

□ El sistema de almacenamiento fijo de energía (ESS) se puede instalar en las subestaciones de tracción:

- ✓ Varias de las líneas más recientes de metro en el mundo implementan ESS.
- ✓ ESS ahorra energía de frenado regenerativa al frenar los trenes en sus baterías de iones de litio (LIB) o supercondensadores. Luego, ESS suministran energía para respaldar la propulsión de los trenes. Así, el ESS puede mejorar la eficiencia energética total de las líneas en funcionamiento del metro.

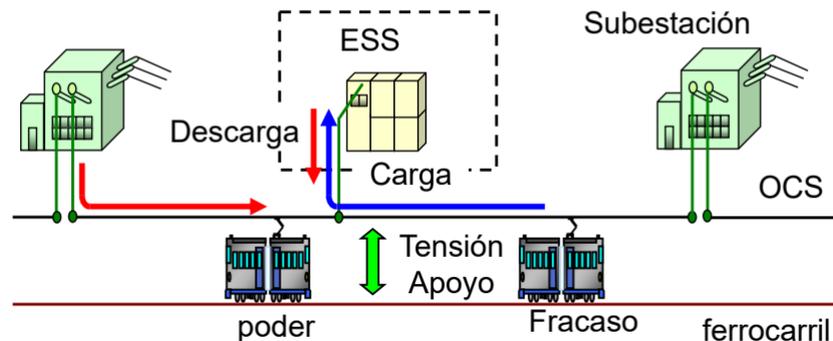
- ✓ El ESS actúa como un suministro de energía de emergencia para los trenes en caso de una crisis eléctrica. Entonces los trenes pueden llegar a la estación más cercana. En Japón, varios ESSs de emergencia se instalan en algunas líneas del metro y monorail.

□ Los fabricantes Japoneses son líderes mundiales en tecnología ESS.

- ✓ LIB fue inventado en Japón. Más de 30 equipos están trabajando desde los años 2000.
- ✓ La línea 6 del MRT de Dhaka (establecida en 2023) instaló ESS.

Durante la construcción de Ho-Chi-Min MRT, la línea 3 de Panamá (sistema monorail) y Manila MRT también instaló ESS.

- ✓ Japón lideró la emisión de la norma IEC 62924 para ESS.



ESS: Sistema de almacenamiento de energía en principio

04-7. Plan de depósito y taller

■ 04-7.1. Líneas 1 y 2 de depósito rodante

- ❑ El depósito de líneas 1 y 2 se encuentra cerca de la estación Máximo Gómez de Línea 1 y cubre una superficie de aproximadamente 5 ha por medición diagramática
- ❑ Tiene una capacidad para almacenar trenes hasta 72 coches (6 coches x 12 conjuntos)
- ❑ Durante las horas de trabajo, también se utiliza la pista de estacionamiento en la estación como Centro de Los Heroes (pista de estacionamiento), Estación Maria Montez y Conception Bona)

■ 04-7.2. Políticas básicas para la planificación de depósito

A) El rol del depósito

- ❑ Establecimiento de las cargas rodantes y su transferencia dentro y fuera de la línea principal según el horario del tren
- ❑ Inspección y mantenimiento de trenes
- ❑ Composición del tren
- ❑ Establecimiento de reservas para estar preparados para eventos inusuales y otros accidentes
- ❑ Establecimiento de los vehículos de inspección (Mantenimiento para la pista, electricidad y telecomunicaciones) como base para el mantenimiento

B) Funciones del depósito

Mi función	Descripciones
Estacionamiento	Almacenamiento de trenes (fuera del horario laboral y fuera de las horas pico, material rodante de respuesta, etc.)
Reparación	Reparaciones e inspecciones relativamente ligeras (inspecciones mensuales, inspección de trenes)
Fábrica	Inspección general, inspección de parte importante y crítica, inspecciones adicionales, reparaciones mayores , etc.

04-7. Plan de depósito y taller

■ 04-7.2. Políticas básicas para la planificación de depósitos

C) Funciones del depósito

Tipos de inspecciones	Elementos de inspección	Referencia: Ciclo de inspección en Japón
Inspección de trenes	Inspección visual y pruebas funcionales de las partes principales del material rodante (frenos, etc.)	Cada 3-6 días
Inspección mensual	Inspeccionar el interior del equipo principal del material rodante (colector de potencia, motor de tracción, suministro auxiliar de energía, dispositivo de freno, conectores, sistema de cierre de puertas, etc.), reemplazar partes consumibles y hacer ajustes, etc.	Cada 3 meses
Inspección de partes importantes y críticas	Retirar, desmontar, limpiar, inspeccionar piezas y reemplazar las partes necesarias del equipo principal (el mismo que el anterior).	Cada 4 años o 600,000 km viajados
Inspección general	Retire, desmontar, limpiar, inspeccionar piezas y reemplazar / pintar las partes necesarias del equipo principal (el mismo que anteriormente).	Cada 8 años
Inspección adicional	Inspecciones de daños a los equipos por fracturas o accidentes del vehículo, etc.	En cualquier momento

04-7. Plan de depósito y taller

■ 04-7.2. Políticas básicas para la planificación de depósitos

D) Política de diseño

- ❑ Las siguientes líneas de inspección y talleres se colocarán
- ❑ El diseño del depósito debe ser eficiente y evitar el movimiento innecesario del material rodante teniendo en cuenta el flujo de trabajo de las inspecciones.
- ❑ En la próxima fase se celebrará una audiencia con el operador ferroviario (OPRET).

- ✓ Estacionamiento
- ✓ Limpieza / Lavado
- ✓ Rectificación de ruedas
- ✓ Inspección del tren de salida
- ✓ Inspección de trenes
- ✓ Inspección mensual
- ✓ Inspección de la parte importante y crítica
- ✓ Inspección general



- ❑ Algunas de las funciones anteriores de la Línea 3 se pueden integrar en el depósito 1 y 2

* No obstante, debe asegurarse de la disponibilidad del espacio que puede alojarse en el depósito de las líneas 1 y 2 y de la posibilidad del transporte lineal de material rodante a través de las vías de Líneas 1 y 2.

04-7. Plan de depósito y taller

■ 04-7.3. Diseño de Depósito

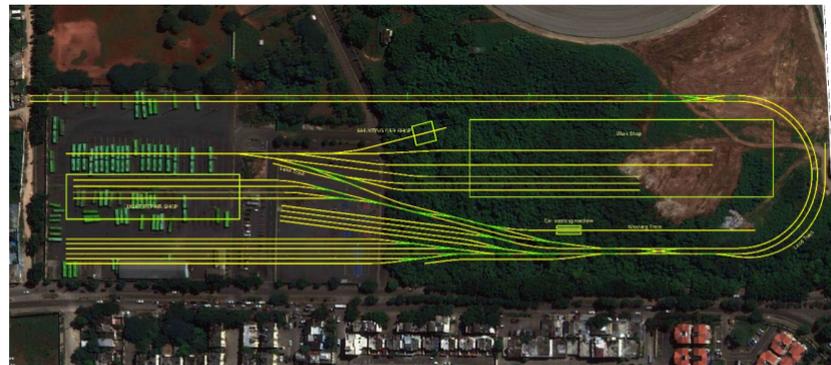
A) Ejemplo de diseño

- A continuación se presentan dos propuestas actuales de distribución. Se realizarán estudios adicionales en coordinación con el operador.
- Este depósito, incluyendo detenciones de estación en ambos extremos de las estaciones, se desarrollará en preparación para la Fase 1A.
- En la Fase 1B y más allá, se establecerá un depósito separado cerca del aeropuerto

DEPOT Lplan No.1



DEPOT Plan No.2



04-7. Plan de depósito y taller

■ 04-7.3. Diseño de Depósito

B) Ejemplos de depósito de tren diseño-1

- En Japón, hay ejemplos de depósitos ferroviarios que se construyen bajo tierra en parques para un uso eficiente del terreno y la conservación del paisaje.



Información sobre Tsurumiyokuchi Line Depot (Fuente de la foto de satélite: Autoridad de Información Geoespacial de Japón)

05. Consideraciones socio-ambientales

05-1. Leyes relevantes y regulaciones de EIA

■ Ley y Regulaciones

- ✓ Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales (64-00) (2000)
- ✓ Compendio de Reglamentos y Procedimientos para Autorizaciones Ambientales de La República Dominicana (2014)

■ Autoridad gubernamental de la EIA

- ✓ Dirección de Evaluación de Impacto Ambiental de MIMARENA (Evaluación de EIA y concesión de permisos)

■ Categoría de permiso ambiental por MIMARENA

Categoría	Tipo de certificado	Grado de posible impacto ambiental
Categoría A	Licencia ambiental	Existe la posibilidad de un impacto ambiental significativo y la obligación de realizar una EIA.
Categoría B	Permiso ambiental	Existe la posibilidad de impacto ambiental moderado y la obligación de realizar un EAI.
Categoría C	Constancia ambiental	El impacto potencial al medio ambiente es insignificante y existe la obligación de cumplir la normativa medioambiental vigente.
Categoría D	Certificado de registro de impacto mínimo	El impacto potencial al medio ambiente es mínimo y se exige el cumplimiento de la normativa medioambiental aplicable.

Fuente: Compendio de Reglamentos y Procedimientos para Autorizaciones Ambientales de La República Dominicana, MARENA (2014)

■ Consulta Pública en EIA

- ✓ Al artículo 43 de la Ley 64-00 exige que se informe a las autoridades locales competentes y a la población cuando se realice una EIA. La ley también exige la participación de las partes interesadas en la realización de las EIA. La participación de las partes interesadas es obligatoria para los proyectos de categoría A y B en la EIA.

■ Adquisición de Tierras

- ✓ Artículo 36 de la Ley 64-00, estipula que el Gobierno puede adquirir terrenos, incluso de propiedad privada, para dar prioridad al interés público. El gobierno puede comprar el terreno o proporcionar un terreno alternativo previo acuerdo mutuo sobre la cantidad, términos y condiciones, etc.

■ Proceso de la EIA

Proceso desde la solicitud hasta la aprobación
1. Se presenta una solicitud al MARENA para la aprobación y registro del proyecto.
2. El MARENA ejeta una evaluación preliminar.
3. Tras la aprobación de la evaluación preliminar, el MARENA emite un TdR sobre el alcance del estudio. El MARENA proporciona instrucciones sobre el alcance del estudio. El solicitante está obligado a responder al MARENA en un plazo de 15 días. El TdR es aplicable al proyecto de las categorías A y B.
4. Un consultor registrado autorizado por MARENA realiza un estudio ambiental.
5. El consultor registrado presenta los resultados del estudio ambiental al MARENA.
6. El MARENA confirma los resultados del estudio ambiental.
7. El MARENA emite un informe técnico de confirmación.
8. El MARENA aprueba el proyecto.
9. El MARENA emite un permiso ambiental.

* El proceso tarda unos 6 meses en completarse.

Fuente: Compendio de Reglamentos y Procedimientos para Autorizaciones Ambientales de La República Dominicana, MARENA (2014)

05-2. Contenido del reporte de la Evaluación de Impacto Ambiental (caso de estudio)

■ Caso de estudio de transporte urbano (Proyecto de mejora – Monorriel Santiago de los Caballeros)

Cap. 1 Proyecto

- 1.1 Descripción general del Proyecto
- 1.2 Descripción de las actividades y componentes del Proyecto
- 1.3 Análisis de las alternativas de Proyecto
- 1.4 Fase de construcción
 - 1.4.1 Construcción de obras civiles
 - 1.4.2 Servicios
- 1.5 Fase de operación
 - 1.5.1 Infraestructura de servicios
 - 1.5.2 Mantenimiento y administración

Cap. 2 Ambiente natural y socio-económico

- 2.1 Ambiente físico
 - 2.1.1 Clima
 - 2.1.2 Topografía
 - 2.1.3 Geología
 - 2.1.4 Suelos
 - 2.1.5 Hidrología
 - 2.1.6 Hidrogeología
 - 2.1.7 Usos del agua

2.2 Medio Biótico

- 2.2.1 Flora
- 2.2.2 Fauna
- 2.3 Medio perceptual
- 2.4 Medio socioeconómico y cultural
 - 2.4.1 Demografía
 - 2.4.2 Economía
 - 2.4.3 Patrimonio cultural
 - 2.4.4 Servicios públicos y líneas vitales
 - 2.4.5 Relación de las comunidades con el ambiente

Cap. 3 Participación e información pública

- 3.1 Vista pública
- 3.2 Instalación de letreros

Cap. 4 Marco jurídico y legal

Cap. 5 Identificación, caracterización y valoración de impactos

Cap. 6 Programa de manejo y adecuación Ambiental

(Fuente: FITRAM)

➤ Términos de Referencia a los Impactos ambientales y sociales para el Proyecto de la Línea 3 del Metro se define por MIMARENA.

05-3. Potenciales impactos ambientales y sociales (Alcances del EIA)

<Borrador de Alcances del EIA con base en TdRs de MIMARENA y JICA>

■ Impactos positivos esperados

Operación:

- ✓ Actividad Económica Local
- ✓ Mejora de acceso a servicios sociales (escuelas, hospitales, etc.)
- ✓ Mejora a la seguridad vial

■ Impactos negativos anticipados

Pre-Construcción:

- ✓ Reasentamientos, adquisición de tierras

Construcción:

- ✓ Ruidos y Vibración, Congestión del tráfico

Impacto Anticipado por el Proyecto	Etapa	Pre-Construcción (antes de la construcción)	Construcción (durante la construcción)	Operación (después de la construcción)
Ambiente Natural				
- Topografía y Geografía		?	-	-
- Erosión del suelo		-	-	-
- Hundimiento del suelo		-	△	-
- Situación hidrológica		-	△	-
- Zona costera y fluvial		-	-	-
- Biosfera y ecosistema		-	-	-
- Reserva natural		-	-	-
Ambiente Social				
- Desplazamiento involuntario de la población		□	-	-
- Actividad Economía Local		-	○	○
- Acceso a los servicios sociales existentes (escuela, hospital, etc.)		-	△	○
- Impactos a comunidades		-	△	-
- Derechos de agua y pesca		-	-	-
- Seguro de transporte		-	△	○
- Paisaje		-	△	-
- Patrimonio cultural		-	△	-
Contaminación Publica				
- Contaminación atmosférica		-	△	-
- Contaminación del agua		-	△	-
- Contaminación del suelo		-	△	-
- Ruidos y Vibración		-	□	?
- Desechos		-	△	-
- Mal olor		-	△	-
Notas: ○ Impacto Positivo, △ Impacto Menor, □ Impacto Moderado, × Impacto Grave, - Ningún Impacto, ? No Claro				
Fuentes: Estudio del Equipo				

05-4. Impactos a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

■ Impactos esperados a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) por el desarrollo de la Línea 3

1	Incrementar la productividad promoviendo el valor agregado incluyendo la conexión en áreas urbanas.	
2	Mejorar la eficiencia y competitividad en el sector transporte mediante la promoción de la integración en áreas urbanas.	
3	Fortalecer las conexiones en área urbana para asegurar un acceso equitativo para todos los servicios de transporte.	
4	Construir rutas de transporte flexibles, incluyendo el aseguramiento de rutas alternas.	
5	Garantizar la seguridad y minimizar accidentes, riesgo de contaminación e impacto a la salud.	
6	Reducir el cambio climático adoptando modos y sistemas limpios y eficientes para reducir las emisiones de CO ₂ .	

05-5. Integración de la perspectiva de género

■ Condición actual:

- Las Líneas 1 y 2 de Metro operan bajo consideraciones de género.

■ Sugerencias para la Línea 3:

- Aplicar y planificar las buenas prácticas en consideración con los tratamientos para género en las Líneas 1 y 2
- Investigar las consideraciones de género que se están abordando en el transporte público de otros países y estudiar su introducción en la Línea 3.

<Lista de comprobación relacionada con las líneas de Metro existentes >

- ¿Las mujeres sienten molestias o ansiedad al viajar en Metro? ⇒ **No**
- ¿Las mujeres tienen acceso fácil y seguro al Metro desde sus casas? ⇒ **Sí**
- ¿Hay servicios en el Metro desde la perspectiva de la seguridad de las mujeres (hay agentes de policía ferroviaria, hay agentes de policía femeninos, etc.)? ⇒ **Sí**
- ¿Están bien iluminadas las instalaciones de Metro, incluidas las estaciones? (¿están las luces distribuidas uniformemente de modo que toda la zona esté bien iluminada, y están las luces siempre en buen estado de funcionamiento)? ⇒ **Sí**
- ¿Hay baños públicos limpios para hombres y mujeres en las estaciones, o se ofrecen baños sin barreras además de los baños para hombres y mujeres? ⇒ **Sí**
- ¿El diseño incorpora las necesidades de salud e higiene de las mujeres que utilizan el Metro (hay lugares para sentarse y descansar en las estaciones, se han previsto basureros, etc.)? ⇒ **Sí**
- Existen diseños universales de accesibilidad y se prevén consideraciones razonables para las mujeres embarazadas (asientos prioritarios, rampas, pasamanos, baños sin barreras, ascensores, etc.) ⇒ **Sí**

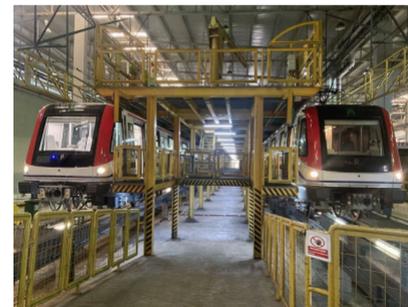


06. Plan de Operación y Mantenimiento

06-1. Estructura de Operación y Mantenimiento

■ Estado actual de las Líneas 1 y 2 del Metro de Santo Domingo

- ❑ Operación: OPRET
- ❑ Mantenimiento:
 - ✓ Material rodante y sistema E&M: Subcontratado a Alstom, Thales, Siemens, Sofratesa (empresa local)
 - ✓ Infraestructura (civil y arquitectura): OPRET



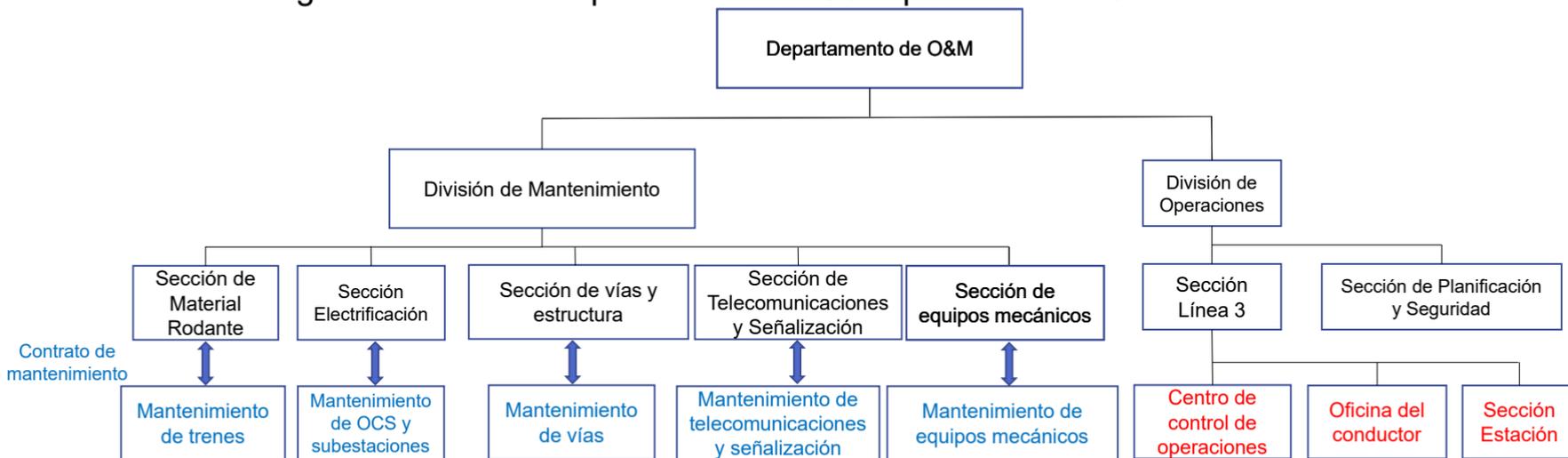
■ Opciones de estructura de O&M para la Línea 3 del Metro

- ❑ Existen varias opciones de estructura de O&M para la Línea 3, como se muestra a continuación.
- ❑ Es necesario estudiar si el operador de la Línea 3 de Metro es el mismo que el de las Líneas 1 y 2 (OPRET) o un operador público/privado diferente.

Opción	Operación	Mantenimiento Infraestructura	Material rodante, E&M	Observación
Opción A	Público	Público	Tercerizado	Igual que Línea-1 y 2
Opción B	Público	Público	Público	La operación y el mantenimiento corren totalmente a cargo de la entidad pública
Opción C	Tercerizado	Tercerizado	Tercerizado	La explotación y el mantenimiento corren a cargo de entidades privadas (la propiedad sigue siendo pública).

06-1. Estructura de Operación y Mantenimiento

- Opción A: Subcontratación del mantenimiento del material rodante y E&M
Estructura organizacional del Departamento de O&M para la Línea 3



□ División de Operaciones

- ✓ Se requiere una nueva sección para la Línea 3, a la que pertenece el personal de operación (despachador de CCO, maquinista, personal de estación, gerente, etc.).
- ✓ Explotación principalmente pública, algunas obras menores subcontratadas

□ División de Mantenimiento

- ✓ Cada sección debe tener un supervisor con autoridad para gestionar el contrato de mantenimiento.
- ✓ Cada sección debe asignar un responsable que pueda certificar la calidad del servicio de la empresa subcontratada.

06-1. Estructura de Operación y Mantenimiento

■ Opción B: O&M público

□ Estimación del personal necesario para cada sección

División	Sección	Fase 1A	Fase 1B	Fase 2
Operación	CCO	30	30	30
	Oficina del conductor	70	130	180
	Estación	50	90	140
Mantenimiento	Infraestructura	100	210	290
	Electrificación	90	180	260
	Telecomunicaciones, Señalización	50	110	160
	Equipos mecánicos	20	40	50
	Material rodante	80	130	270
Total		490	920	1380

□ Operación

- ✓ El personal necesario para el CCO se mantiene a lo largo de cada fase, para el conductor se basa en el plan de operación del tren, para la estación depende de la demanda de viajeros

□ Mantenimiento

- ✓ El personal necesario para cada sección se calcula a partir de varios operadores de metro de Japón.

06-1. Estructura de Operación y Mantenimiento

- Costo anual de operación y mantenimiento a partir de 2023
- ✓ Estimación del costo unitario del mantenimiento del material rodante y la infraestructura (vías, electrificación, señalización, telecomunicaciones y equipos mecánicos) basado en varios operadores de metro de Japón.
- ✓ Gastos personales, según el informe anual de la OPRET
- ✓ En el supuesto de O&M pública, los costos de O&M se calculan como sigue

	Mantenimiento de vías (por km)	Mantenimiento Elec/Sig/Tel/Mech (por km)	Mantenimiento del material rodante (por vagón)	Costo de la energía (por km)	Gastos personales (por persona)
Costo unitario	17,061,000 DOP	11,421,000 DOP	1,627,000 DOP	13.5 DOP	650,000 DOP

	Fase 1A	Fase 1B	Fase 2
km totales por vagón	17,694,000 km	32,645,000 km	66,168,000 km
Número de vagones	84	140	306
Longitud total de la operación	16.5 km	34.5 km	48.5 km
Número de personal O&M	490	920	1380
Gastos de administración	291 millones de DOP	610 millones de DOP	857 millones de DOP

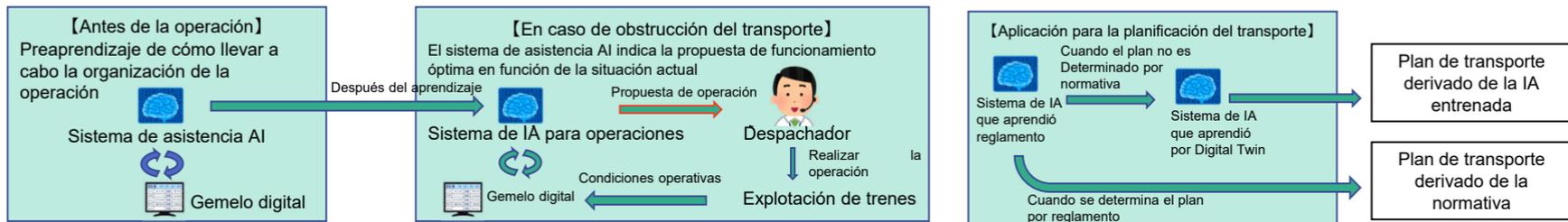
	Fase 1A	Fase 1B	Fase 2
Costo anual total	1,456 millones de DOP	2,860 millones de DOP	4,528 Millones DOP

06-1. Estructura de Operación y Mantenimiento

■ Introducción de la tecnología O&M en Japón y propuesta de implantación de la tecnología DX

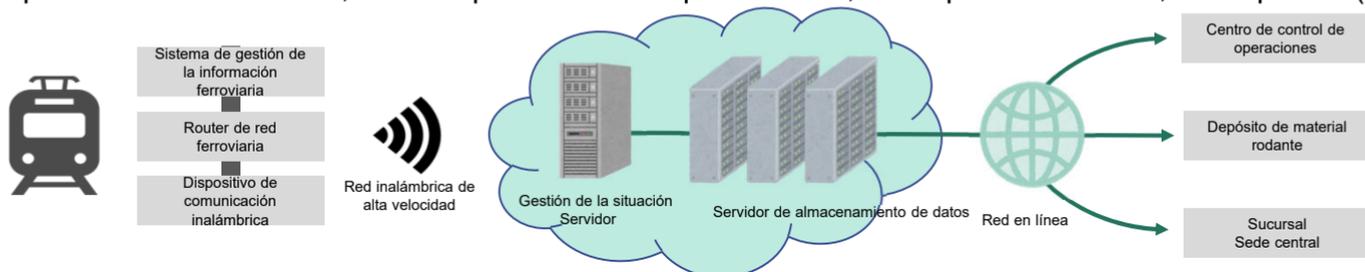
□ Asistencia de IA para la operación de trenes (utilización de Gemelo Digital)

- ✓ En condiciones normales, el sistema de asistencia AI aprende la disposición de funcionamiento por el despachador CCO.
- ✓ Cuando se produce una obstrucción en el transporte, el sistema de asistencia AI indica la propuesta de disposición de la operación.
- ✓ El sistema de asistencia AI puede utilizarse para la revisión de los calendarios (es decir, la solicitud de la Fase 1B y la Fase 2).



□ Sistema de control del estado del material rodante

- ✓ Recopilar información sobre el tren, visualizar el estado del material rodante, acumular datos y almacenarlos en el centro de datos para el mantenimiento basado en el estado (CBM).
Recopila información diversa, como la posición de desplazamiento, la temperatura interior, la ocupación (congestión), etc.

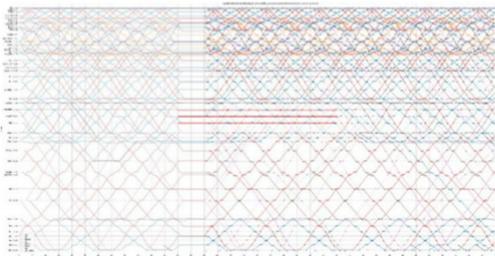


06-1. Estructura de Operación y Mantenimiento

■ Ejemplo de un operador ferroviario en Japón

□ Asistencia AI para la explotación de trenes *1

Finalidad: Reducir la carga de trabajo del despachador del CCO durante la interrupción de las operaciones



Horario alternativo confeccionado por AI, en el caso de ejemplo de interrupción entre la estación de Sagamiyama y la estación de Zama.

Estudio de caso de la línea Odakyu Odawara con el sistema de asistencia de IA

- ✓ Utilización de la tecnología Digital Twin para la explotación ferroviaria en la línea de Odawara; el sistema de IA permite elaborar horarios que evitan la parada de los trenes entre estaciones en el estudio de casos de interrupciones de la explotación en el pasado.
- ✓ En un futuro próximo, podrá aplicarse a la planificación de horarios/tripulación de trenes basándose en este sistema de aprendizaje del plan real del operador.

□ Sistema de control del estado del material rodante *2

Finalidad: Utilización de la información sobre el material rodante a bordo para O&M



Introducción del sistema de control y análisis de la información ferroviaria (TIMA) en el metro de Tokio

- ✓ Permite visualizar el estado del material rodante mediante la recopilación de información a bordo de los trenes y su acumulación en el centro de datos.
- ✓ Reducir el tiempo de interrupción de la explotación gracias a la comunicación entre la tripulación del tren y el despachador del CCO en relación con el intercambio rápido y preciso de información.
- ✓ Optimizar los ciclos de sustitución de piezas y elementos de inspección mediante el análisis de los datos operativos de los equipos ferroviarios.

*1 : NEC "Construcción de un Sistema que Utiliza IA para Crear Horarios de Recuperación Óptimos en Caso de Interrupciones en el Transporte Ferroviario (junio de 2023)" https://jp.nec.com/press/202306/20230621_01.html

*2 : Mitsubishi Electric "Desarrollo del 'Sistema de Detección de Premonición de Fallas' para Vehículos Ferroviarios (octubre de 2022)" https://www.tokyo-metro.jp/news/images_h/metroNews201005_68.pdf

06-2. Plan de negocio no ferroviario

■ Objetivos e importancia del negocio no ferroviario

- La mayoría de los operadores ferroviarios llevan a cabo negocios no ferroviarios como bienes raíces, comercio minorista y publicidad en Japón, además del negocio principal de operaciones ferroviarias.
- Algunos de los operadores ferroviarios japoneses obtienen más del 80% de sus ingresos del negocio no ferroviario. *1La proporción de ingresos no ferroviarios/ferrocarriles de los operadores del metro en Tokio es 5-15%. * 2
- Los negocios de las empresas públicas a veces están restringidos para evitar obstaculizar el negocio de otras compañías privadas. Sin embargo, el negocio no ferroviario es importante para que los operadores de ferrocarriles no solo aumenten sus ingresos sino también mejoren la calidad del servicio y aumente la conducción.



Ingresos de Tokyu Corporation, clasificados por industria (año fiscal 2021)*1



Mapa de ruta del "Tokyo Metropolitan Bureau of Transportation (operador público)" y condiciones de negocio *2

• Longitud total de línea	109 Km
• Número de estaciones	106
• Pasajeros	2.83 millones de personas/día
• Ingresos tarifarios	1,173 millones USD-año
• <u>Ingresos inmobiliarios</u>	<u>34.3 millones USD-año</u>
• <u>Ingresos publicitarios</u>	<u>21.2 millones USD-año</u>
• <u>Ingresos de venta al por menor</u>	<u>7.1 millones de dólares al año</u>
<u>Porcentaje de ingresos no ferroviarios/ferrocarriles</u>	<u>El 5.7%</u>
	<u>14.5% (*Metro de Tokio)</u>

1:Tokyu Corporation, (2022/3) https://www.tokyu.co.jp/ir/individual/individual_06.html

*2:Bureo Metropolitano de Transporte, https://www.kotsu.metro.tokyo.jp/pickup_information/news/subway/2017/sub_p_201702236047_h.html

06-2. Plan de negocio no ferroviario

■ Estado actual y problemas

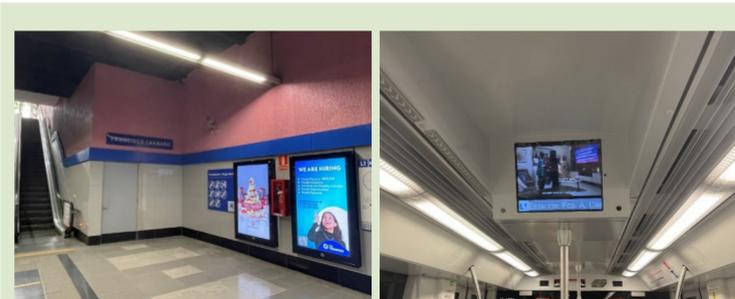
❑ **Negocios publicitarios:** en las líneas 1 y 2 ya se han instalado carteles publicitarios en vehículos y en estaciones, sin embargo no se instala la publicidad dentro del tren excepto para algunos monitores.

- ✓ La publicidad en el ferrocarril tiene dos tipos, uno está en los depósitos rodantes y el otro es en las estaciones.
- ✓ Para aumentar los ingresos publicitarios, **el aumento del número de anuncios es eficaz**. Sin embargo, también será necesario considerar el costo adicional de introducción e impacto negativo en la estética.

❑ **Estación de comercio al por menor:** Algunas tiendas se instalan en las estaciones. Sin embargo, la mayoría son tiendas de teléfonos móviles y el número de clientes es relativamente pequeño.

- ✓ En la actualidad, se prohíbe el establecimiento de tiendas que vendan alimentos y bebidas en las estaciones porque los desechos se convirtieron en un problema durante los primeros periodos de funcionamiento del Metro Santo Domingo.
- ✓ Las estaciones todavía tienen un alto potencial para desarrollar y aumentar los ingresos al aprovechar las ubicaciones que muchas personas visitan y pasan.

❑ **Bienes raíces :** Ver sección DOT.



Señalización digital en la estación 1

Monitor al interior de tren



Espacio abierto en el interior Estación Juan P. Duarte

Tienda de teléfonos móviles Interior de la estación 1

06-2. Plan de negocio no ferroviario

■ Ejemplos de negocios no ferroviarios en Japón y propuesta para la Línea 3

❑ **Negocios publicitarios:** Algunos trenes Japoneses tienen medios de señalización digital dentro de los vehículos. Proporcionan una variedad de información relacionada no solo con la publicidad, sino también con el funcionamiento del tren y una variedad de servicios.

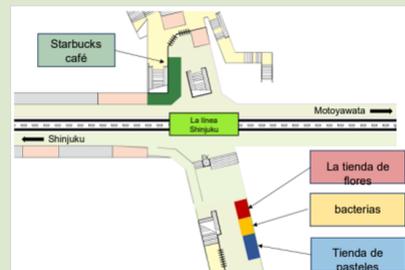
- ✓ La publicidad en tren tiene dos estilos, digital y analogo.
- ✓ Los sistemas analogos se pueden instalar fácilmente, en cambio el costo de la mano de obra es relativamente alto.
- ✓ El sistema digital necesita un costo de reparación para instalar el material rodante existente, en cambio también puede contener cualquier video y el contenido se puede cambiar fácilmente.
- ✓ Si los sistemas de publicidad digital están destinados a instalarse, es preferible considerarlo con antelación mientras se diseñan nuevas acciones móviles.



Ejemplo: Publicidad digital en tren en Tokio
Compañía Ferroviaria de Japón Oriental *1

❑ **Negocio al por menor en estaciones:** Muchos operadores ferroviarios Japoneses aprovechan la zona dentro de las estaciones.

- ✓ El esquema de negocios del comercio minorista de estaciones tiene dos tipos, uno es el arrendamiento de tierras y el otro es el negocio al por menor como operación franquicia.
- ✓ En Japón, la operación de franquicias se está convirtiendo en una corriente dominante, ya que las compañías ferroviarias controlan fácilmente el comercio minorista para no obstaculizar el funcionamiento del ferrocarril y evitar problemas al realizar algunos trabajos de renovación de instalaciones de estaciones.



Ejemplo: Desarrollo del negocio de venta al por menor en estación Jimbocho, Tokyo Metropolitan Bureau of Transportation *2



Categoría: Starbucks Coffee
Junto a la plataforma

*1:JR East Marketing & Communications, Inc. "Media de señalización digital" https://www.jeki.co.jp/transit_ad/category/digital.php

*2:Tokyo Metropolitan Bureau of Transportation "Las nuevas tiendas se abrirán dentro de la estación Jimbocho" https://www.kotsu.metro.tokyo.jp/pickup_information/news/others/2020/otr_i_202002269001_h.html

06-2. Plan de negocio no ferroviario

■ Ejemplos de negocios no ferroviarios en Japón y propuesta para la Línea 3

□ **Casos recientes de negocio al por menor en estaciones:** Algunos operadores ferroviarios japoneses han desarrollado un centro comercial dentro de algunas estaciones a gran escala.

- ✓ Tokyo Metro, el mayor operador de metro en Japón, ha desarrollado los grandes centros comerciales interiores bajo la marca “Echika”. Se han desarrollado en algunas estaciones de gran escala en la zona metropolitana de Tokio desde 2005 consecutivamente.
- ✓ La mayoría de las tiendas y restaurantes están bajo un contrato de franquicia, así como otras tiendas existentes dentro.
- ✓ Desarrollado como un gran centro comercial adaptando el concepto uniforme y el diseño interior totalmente a través de las respectivas tiendas.
- ✓ Mientras que las estaciones de metro suelen tener áreas limitadas para desarrollar, las estaciones a gran escala como un cruce de varias líneas tienen la posibilidad de desarrollar una ampliación dentro del centro comercial.



□ Estación de comercio minorista, propuesta para la Línea 3

- ✓ Conducir el negocio minorista de la estación como operación franquicia no solo aumentará los ingresos del negocio sin ferrocarril y mejorará la comodidad de los pasajeros, sino que también evitará un impacto negativo en la explotación ferroviaria.
- ✓ Es preferible que la operación de franquicia del negocio minorista de estaciones se realice por una filial de la compañía operadora ferroviaria o empresa conjunta con sociedad pública. Aprovechar el know-how de los operadores ferroviarios locales o extranjeros mediante la creación de una compañía en propiedad común es una de las opciones.
- ✓ En la estación subterránea, los negocios minoristas deben llevarse a cabo utilizando el espacio superfluo que surge de la construcción del propio metro porque el coste de construcción bajo tierra es considerablemente alto.
- ✓ Se espera que los ingresos del negocio no ferroviario sean de alrededor del 5-15%. Depende de la escala del negocio y la densidad de transporte.

*1: Metro Properties Co., Ltd. “Información sobre Echika Omotesando” <https://www.echika-echikafit.com/omotesando>

■ DX -Transformación digital- del servicio de transporte público y MaaS -Movilidad como Servicio

- El avance y evolución de las tecnologías digitales e informáticas conduce no sólo a la mejora de diversas funciones, sino también al surgimiento de nuevos servicios de transporte innovadores.

- ✓ Información en tiempo real y servicios de búsqueda
- ✓ Sistema de pago online y billetes
- ✓ Aplicación móvil integrada que combina múltiples servicios
- ✓ Movilidad como servicio (MaaS, Mobility as a Service)
- ✓ Alquiler de vehículos
- ✓ Vehículo autónomo

- MaaS, el concepto de ofrecer varios servicios de transporte público como una movilidad integrada, proporcionando conexión sin problemas aprovechando las tecnologías digitales.

- ✓ MaaS puede potenciar los efectos socioeconómicos causados por la implantación del sistema de metro.

Ventajas de MaaS

Funciones	Efectos
Servicio de búsqueda de rutas	Facilitar la elección y el cambio de transporte
Sistema de reserva y pago integrado	Ahorre el esfuerzo del pasajero para pagar cada vez
Descuento en el ticket de conexión para diferentes modos	Incentivos financieros para los usuarios
Servicio de suscripción al transporte	Mejora la flexibilidad de movimiento
Utilizar tarjetas de transporte para pagar compras	Mejora de la comodidad excepto en el transporte

- ✓ Hacer más cómodo el transporte público
- ✓ Reducir el número de coches y aumentar los usuarios del transporte público



Topología de la Tierra
incluidos los niveles 0-4 y ejemplos *1



Ejemplo: whim, proporciona a los usuarios todos los servicios de transporte urbano en una sola aplicación
En Helsinki, Finlandia *2

* 1a Conferencia Internacional sobre Movilidad como Servicio (ICOMaaS) "Un enfoque topológico para la movilidad como servicio: una herramienta propuesta para comprender los requisitos y efectos, y para ayudar a integrar objetivos sociales"
*2: DIGITALEUROPE, Sobre MaaS Global "Nominado al Premio del Unicornio Futuro: MaaS Global" <https://www.digitaleurope.org/news/maas-global/>

■ Estado actual de conexión del transporte público en Santo Domingo

- Santo Domingo cuenta con varios servicios de transporte público.



- ✓ Los sistemas de transporte público respectivos en Santo Domingo son relativamente independientes.
 - ✓ Para aumentar el número de pasajeros del transporte público, es importante fortalecer la combinación de varios transportes públicos y ofrecer un servicio de conexión sin problemas.
- Transporte público en Santo Domingo
 - ✓ No existe una aplicación para un servicio integrado de búsqueda de rutas que combine varios transportes públicos.
 - ✓ Metro, autobús público (OMSA) y Teleférico ya se pueden pagar con la misma tarjeta de transporte prepagado. Sin embargo, no está disponible para Guagua y Concho, y es difícil introducir servicio de descuento de transferencia.
 - ✓ Debido a la terrible congestión del tráfico, el autobús a menudo queda estancado y tiene un impacto negativo sobre la puntualidad de los autobuses.



El autobús público y Guagua estancados en el tráfico vehicular en Ave 27 de Febrero

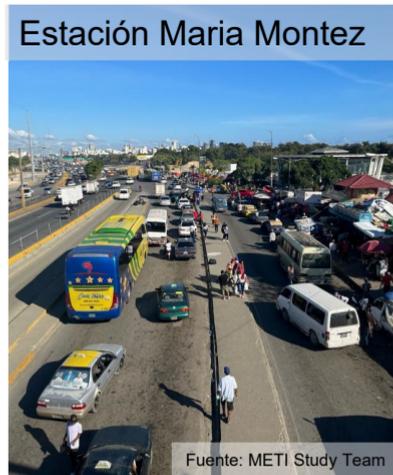
06-4. Desarrollo Orientado al Transporte (DOT)

■ Situación actual del desarrollo urbano en torno a estaciones de Metro

- ❑ Estación Square no siempre se desarrolla teniendo en cuenta la transferencia entre el ferrocarril y otros modos de transporte existentes.
- ❑ Algunas estaciones de Metro tienen centros comerciales cerca. Sin embargo, la relación entre ellos no se considera buena.
- ❑ El desarrollo residencial no siempre se integra con el desarrollo ferroviario.



Congestión de tráfico causada por Conchos, Guaguas, autobuses, etc. parando en la calle frente a la estación



El estacionamiento en la calle cerca de la estación dificulta el acceso a los peatones.



Los pasajeros deben cruzar una calle ancha para acceder al centro comercial cerca de la estación

06-4. Desarrollo Orientado al Transporte (DOT)

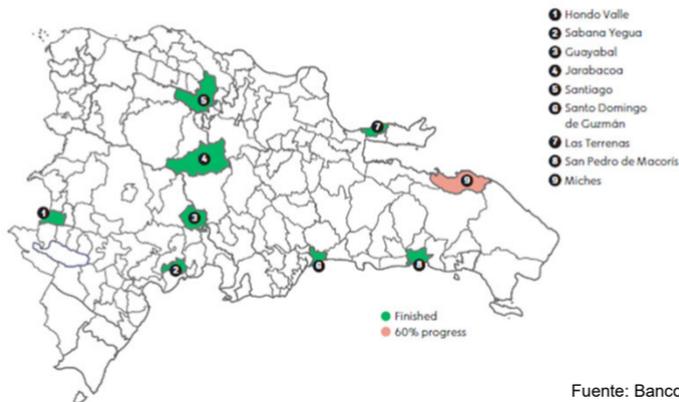
■ Leyes, Reglamentos y Planes sobre DOT

- ❑ El desarrollo urbano es gestionado por cada municipio en sus jurisdicciones. **Actualmente no hay reglas comunes para todo el país.**
 - ❑ **El Gobierno está preparando una Ley de Planificación Territorial** que establece reglamentos y directrices comunes para la elaboración del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) en el municipio.
 - ❑ **El Plan de Ordenamiento Territorial** estipula reglamentos para la planificación urbana, el uso del suelo, etc. en el área, que se suponen formulados a nivel nacional/regional/municipales.
- ✓ Plan Nacional de Gestión Territorial 2030 (Plan de Ordenamiento Territorial 2030, NPOT 2030).
 - ✓ Nivel municipal: El Gobierno Municipal desarrolla un Plan de Gestión Territorial (POT) a través de la Oficina de Planificación Urbana de cada municipio. En la actualidad, **solo 9 municipios han desarrollado POT**. En el Área Metropolitana de Santo Domingo, **sólo Distrito Nacional tiene un POT** mientras que otros municipios como Santo Domingo Este, Santo Domingo Oeste, etc. no tienen su POT.

Planes relacionados con el desarrollo urbano



Desarrollo de POTs en los municipios



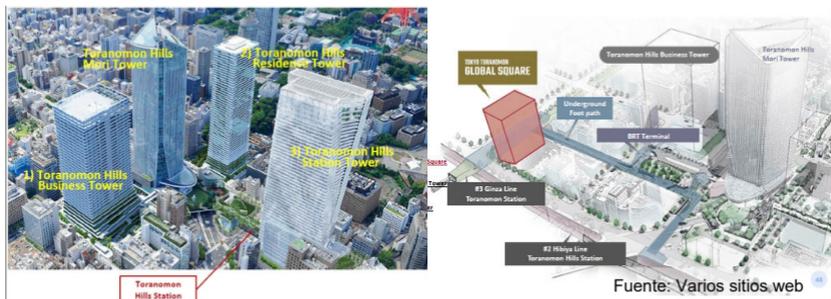
06-4. Desarrollo Orientado al Transporte (DOT)

■ Ejemplos de DOT en Japón

- El DOT en Japón se clasifica en varios modelos de desarrollo diferentes, como el rediseño del Distrito Central de Negocios (CBD, Central Business District) o el Nuevo Desarrollo Urbano basado en el concepto y la situación de urbanización.

Re-desarrollo del CBD en áreas urbanizadas existentes

Caso de estudio: Toranomon Hills, Tokio



- ✓ Plan de rediseño urbano(*) en el centro de Tokio.
- ✓ Estación BRT y nueva estación de Metro conectada con un paso subterráneo.
- ✓ Varios edificios de alto nivel se construyen alrededor de estaciones.

Desarrollo urbano en la zona suburbana

Caso de estudio: Kashiwanoha, Tsukuba Express Line



- ✓ Plan de ajuste del suelo(**) en la zona del corredor ferroviario.
- ✓ Desarrollo complejo del uso de la tierra, incluyendo apartamentos de alto nivel, instalaciones comerciales, universidad en conjunto con el desarrollo ferroviario.

■ Cooperación técnica de Japón en el área del DOT

- Utilizando sus conocimientos/experiencias, Japón lleva a cabo proyectos de cooperación técnica en muchos países como Perú y Panamá para promover el DOT.



(*), (**): Consulte los Anexos para obtener más detalles

06-4. Desarrollo Orientado al Transporte (DOT)

Casos de modelo DOT en la Línea 3 de Santo Domingo

Estación Centro Olímpico

Potencial

- Tiene una alta función como centro de transporte debido a las conexiones con la Línea 1 del Metro y las principales carreteras.
- Se concentran varios tipos de instalaciones, como establecimientos comerciales, oficinas, universidades, etc.

Problemas

- Muchos aparcamientos se encuentran cerca de la estación, lo que obstaculiza la atractividad del área y el uso ferroviario.
- Las instalaciones que rodean la estación no están bien conectadas.



Legenda

- Oficina existente
- Vivienda existente
- Universidad existente
- Nuevas oficinas / Dev comercial.
- Ruta Arterial
- Metro Línea 1
- Metro Línea 3

Estación Ciudad Juan Bosch

Potencial

- Tiene un alto potencial para el nuevo desarrollo urbano debido a una gran superficie vacante en el sur y adyacente a Ciudad Juan Bosch al norte.
- Tiene una alta demanda de transporte entre autobús y ferrocarril debido a la conexión con el terminal de autobuses.

Problemas

- Poca conectividad entre el lado norte y el sur debido a una gran diferencia de altura.



Legenda

- Terminal de autobuses
- Espacio abierto
- Des. Nueva vivienda.
- Des. Nueva oficina.
- Des. Nuevo Comercio.
- Oficina existente
- Ruta Arterial
- Vía principal de acceso
- Ruta de Acceso Local
- Metro Línea 3

06-4. Desarrollo Orientado al Transporte (DOT)

■ Recomendaciones para la implementación de DOT en Santo Domingo

Proceso de proyecto DOT (desde el aspecto del desarrollo urbano)

	Paso de DOT	Herramientas / Medidas
Planificación	Formulación del Plan Maestro para DOT (Zonificación, infraestructura, transporte etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • Coherencia con el Plan Superior • Reunión con las partes interesadas • Plan financiero, presupuesto
Implementación	Preparación del terreno (Consolidación de tierras, reajuste etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición de tierras • Reajuste del suelo / correcta conversión • Concesiones / arrendamiento a largo plazo
	Desarrollo de infraestructuras, Sistema de alimentación	<ul style="list-style-type: none"> • Inversiones gubernamentales • Asociación público-privada (PPP) • Inversión privada
	Desarrollo inmobiliario	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión privada • Incentivos
	Gestión de Área	<ul style="list-style-type: none"> • Administración de activos corporativa • Asociación de Gestión del Área

Recomendaciones para la implementación de DOT en Santo Domingo

Aspectos de planificación

- Incorporación del concepto de DOT en el Plan Superior, como Plano Nacional de Gestión Territorial y Plan Estratégico Nacional de Desarrollo.
- Acelerar la aplicación de la Ley de Gestión Territorial que se hará referencia en la formulación de planes de desarrollo urbano en los municipios.
- Apoyar a los municipios, especialmente los que se encuentran junto al Metro en la formulación del Plan de Gestión Territorial.
- Coordinación estrecha entre las partes interesadas, incluido el Gobierno Nacional (VIOTDR, MIVED), agencias de transporte (FITRAM, OSMA) y autoridades municipales de planificación urbana en la formulación del plan DOT.

Aspecto de implementación

- Establecer una organización para coordinar a diversas partes interesadas como los propietarios de tierras o las infraestructuras existentes (operadores de autobuses, gestores de carreteras, etc.) para asegurar tierra para DOT en las áreas urbanizadas del centro y el lado oeste.
- Se necesitan políticas para alentar la inversión del sector privado y la participación en la implementación de DOT.

07. Análisis Económico y Financiero

07-1. Metodología de análisis económico y financiero

■ Enfoque básico

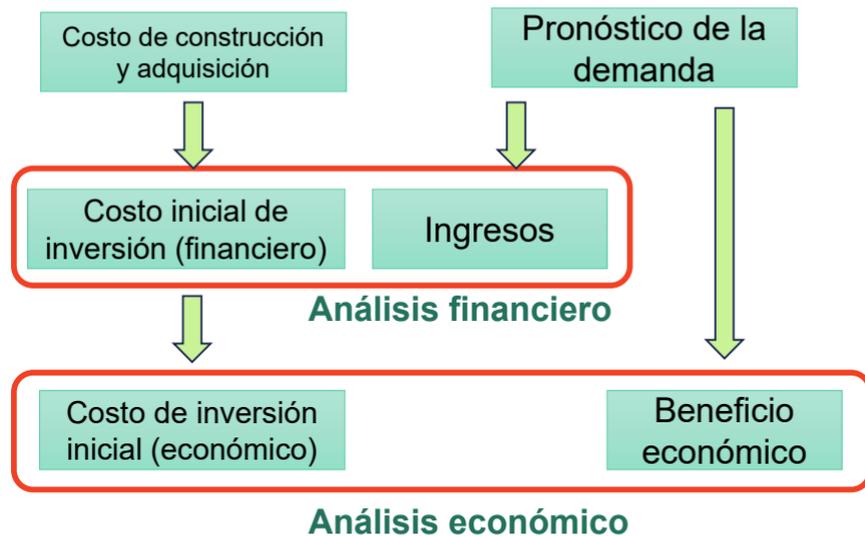
- Los ingresos para el análisis financiero y el beneficio económico para su análisis se estiman a partir de la pronóstico de demanda, y los costos económicos se estiman a partir del costos financieros.

■ Demanda de pasajeros por fase

- Para el análisis económico y financiero, se ha realizado una previsión de la demanda de pasajeros en el caso de la Fase 1A y la Fase 1B para los años 2030 y 2040.

■ Duración del Proyecto

- La vida del proyecto se fija en 40 años para el análisis económico y financiero (se prevé que la vida real del proyecto sea permanente).
- Se supone que el valor residual al final de la vida del proyecto es el 50% de los costos de inversión iniciales de la obra civil y arquitectónica y el 100% del costo de adquisición del terreno, aunque el impacto del valor residual en el cálculo de la TIR es pequeño.



Pronóstico del número de pasajeros embarcados

	Fase 1A 2030	Fase 1B 2040	Fase 2 2050
Diario (miles)	256	350	660
Anuales (millones)	84.4	115	218

Fuente: Equipo de estudio METI

07-2. Análisis Financiero

■ Ingresos

- El modelo de previsión de la demanda se basa en la tarifa plana de DOP 30 para las Líneas 1, 2 y 3 de metro.
- El nivel de tarifas es el mismo que el modelo de pronóstico de la demanda en el PMUS.
- Se supone que los ingresos no tarifarios, incluida la publicidad y los ingresos por alquiler de los minoristas, ascienden al 5% de los ingresos tarifarios.
- **Los ingresos estimados son superiores a los costos estimados de explotación y mantenimiento.**

■ Beneficios

- Los ingresos estimados son superiores a los costos estimados de explotación y mantenimiento.
- Sin embargo, los ingresos no bastan para cubrir los costos de inversión iniciales.
- Debido a la escasa demanda de larga distancia entre el centro de la ciudad y el aeropuerto, la rentabilidad de la Fase-1B será baja.

Estimación de ingresos anuales (en millones de DOP)

	Fase 1A 2030	Fase 1B 2040	Fase 2 2050
Ingresos tarifarios	2,533	3,460	6,538
Ingresos no tarifarios	127	173	327
Ingresos totales (A)	2,660	3,633	6,865
Costos de explotación y mantenimiento (B)	1,755	3,491	5,363
(A-B)/A	34.0%	3.9%	21.9%

Fuente: Equipo de estudio METI

➡ Necesidad de apoyo público al costo de construcción

➡ Necesidad de desarrollo urbano en torno a las estaciones del tramo de la Fase 1B

07-2. Análisis Financiero

■ Tasa Interna de Retorno Financiero (FIRR)

- ❑ El FIRR se calcula para el caso de la fase 1A sólo, ya que las inversiones de la fase-1B y 2 son propuestas para ser 10 y 20 años después de la inversión de la fase 1A.
- ❑ FIRR de la fase 1A se calcula en -0.6%.
- ❑ El resultado muestra que el proyecto no es financieramente viable.
- ❑ La razón principal del valor negativo de FIRR es que el nivel de tarifa es tan bajo como DOP 30.
- ❑ El análisis financiero no considera el futuro aumento del nivel de tarifas según el crecimiento económico.

■ Análisis de sensibilidad

- ❑ En el análisis financiero, se supone que los ingresos no tarifarios representan el 5% de los ingresos tarifarios aunque el Plan de Negocios No Ferroviario (6-2) sugiere un 5-15%.
- ❑ Si el porcentaje de ingresos no tarifarios es del 15%, se calcula un 0% FIRR para la fase 1A.
- ❑ La tabla a la derecha muestra el análisis de sensibilidad del FIRR para diferentes escenarios de costos e ingresos (la tasa de cambio de los ingresos es la misma que la del No. de pasajeros).

FIRR por escenario de ingresos sin tarifas

% de ingresos no pagados	0%	5%	10%	15%	20%
FIRR	0.9%	0.6%	0.3%	0%	0.7%

Fuente: Equipo del Estudio del METI

FIRR por escenario de costes y ingresos

		Ingresos (No. de pasajeros)				
		-10%	-5%	0%	+5%	+10%
Costo	-10%	-0.6	-0.3	0.1	0.4	0.7
	-5%	-1.0	-0.6	-0.3	0.0	0.3
	0%	-1.3	-0.9	-0.6	-0.3	0.0
	+5%	-1.6	-1.2	-0.9	-0.6	-0.3
	+10%	-1.9	-1.5	-1.2	-0.9	-0.6

Fuente: Equipo del Estudio del METI

07-3. Análisis Económico

■ Beneficios económicos previstos por Línea 3

- Se espera que el proyecto genere los siguientes beneficios económicos.
 - ✓ La Línea 3 de Metro es más rápido y fiable que los autobuses, lo que reducirá el tiempo de viaje de los pasajeros y les permitirá dedicar más tiempo a otras actividades productivas distintas de los desplazamientos.
 - ✓ La Línea 3 de Metro es más rentable que los autobuses, lo que supondrá un ahorro para la economía nacional al reducir los costos de explotación de los vehículos en Santo Domingo.
 - ✓ La Línea 3 de Metro es más eficiente energéticamente que los autobuses, lo que reducirá las emisiones de CO2.
 - ✓ La Línea 3 del Metro impulsará el desarrollo urbano en torno a las estaciones.
 - ✓ La Línea 3 de Metro aumentará el número de turistas al conectar el centro de la ciudad y el aeropuerto
- El valor monetario de los beneficios económicos del **ahorro de tiempo de viaje (TTC)** y de los **costos de explotación de los vehículos (VOC)** puede calcularse basándose en la metodología establecida.

■ Beneficios económicos calculados

- La tabla de la derecha muestra los beneficios económicos derivados del ahorro del costo del tiempo de viaje y del coste de funcionamiento del vehículo.
- El proyecto de la Línea 3 desplazará pasajeros de la Línea 2 a la Línea 3, lo que ahorrará tiempo de viaje pero no reducirá tanto los costos de explotación del ferrocarril.

Beneficios económicos (en millones de DOP al año)

	Fase 1A 2030	Fase 1B 2040	Fase 2 2050
Ahorro TTC	5,857	7,542	9,628
Ahorro VOC	3,724	6,592	10,288
Ahorro total	9,581	14,134	19,916

Fuente: Equipo de estudio METI

07-4. Análisis Económico

■ Estimación del ahorro de tiempo de viaje (TTC)

□ El valor del tiempo (VOT), que representa DOP por persona y hora, se calcula como:

VOT laboral	A	DOP 126.97	DOP 119.78 (2022) ¹⁾ x 1.06 (suponiendo un aumento del 6%)
Tarifa de viaje de trabajo	B	68%	Cercanías (59%) + Negocios (9%) ²⁾
Relación entre el VOT no laboral y el VOT laboral	C	0.5	Hipótesis de este estudio
VOT promedio	D	DOP 106.65	$A \times B + A \times (1-B) \times C$

1) <https://www.one.gob.do/media/g0cdnzll/ingresos-por-hora-promedio-por-sexo-2008-2022.xlsx>

2) Elaboración de un Plan de Movilidad urbana Sostenible para el Gran Santo Domingo Presentación del diagnóstico, 25 de Septiembre 2018

□ Los tiempos de viaje se estiman a partir de los pasajeros-kilómetro calculados por el modelo de previsión de la demanda y las hipótesis de velocidad de viaje de cada modo de transporte.

□ Se supone que el proyecto aumentará la velocidad media del transporte por carretera.

Supuesto de velocidad del vehículo (km/h)

Tipo de vehículo	Sin proyecto	Con proyecto
Coche privado	15	18
Concho	15	18
Minibús	12	12
Autobús	12	15

07-4. Análisis Económico

■ Estimación del costo de explotación del vehículo (COV)

- A continuación se indican los costos de explotación de los vehículos utilizados en el análisis económico.

Modo	Pasajeros/ vehículo	COV (DOP/coche-km)	Observación
Carro	1.2	13.9	Estimado utilizando el modelo HDM III con hipótesis del Equipo de Estudio METI sobre utilización de vehículos y precios de automóviles, aceite lubricante, gasolina, gasóleo y neumáticos.
Concho	1.5	17.8	
Autobús	15	27.2	
Minibús	8	22.4	
Metro (Líneas 1 y 2)	800	323.7	Tabla 26, Plan de Movilidad Urbana Sostenible del Gran Santo Domingo
Autobuses expreso/Tram	150	231.2	
Línea 3	-	-	El costo de explotación de los vehículos de la Línea 3 se calcula como costo de explotación y mantenimiento (06-1).

Nota HDM: Modelo de Desarrollo y Gestión de Autopistas
Fuente: Equipo de estudio METI y PMUS

07-3. Análisis Económico

■ Tasa de Retorno Interno Económico (EIRR)

- El EIRR se calcula para la Fase-1A por el mismo motivo de cálculo del FIRR.
- La EIRR de la Fase 1A se calcula en 10,7%.
- El EIRR es inferior a una tasa de descuento del 12%, que se utiliza frecuentemente como la tasa de descuento social para el análisis económico en los países en desarrollo.
- Sin embargo, el EIRR del 10,7% muestra que el proyecto es económicamente viable si se aplica la tasa de descuento social del 10%.

■ Análisis de sensibilidad

- La siguiente tabla muestra el análisis de sensibilidad del EIRR para diferentes escenarios de costo y beneficio.

EIRR por escenario de costo y beneficio

		Beneficios				
		-10 %	- 5%	0 %	+ 5 %	+ 10 %
Costo	-10 %	10.7	11.2	11.8	12.3	12.8
	- 5%	10.1	10.7	11.2	11.7	12.2
	0 %	9.6	10.1	10.7	11.2	11.7
	+ 5 %	9.1	9.7	10.2	10.7	11.1
	+ 10 %	8.7	9.2	9.7	10.2	10.7

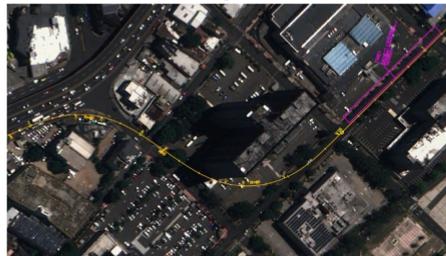
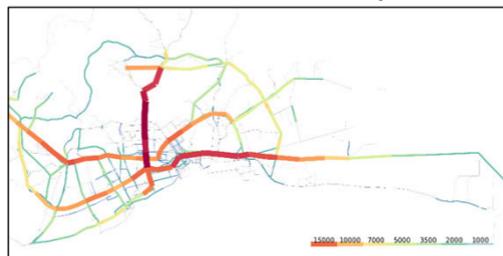
Fuente: Estimación del Equipo del Estudio del METI

08. Plan de Acción para los Próximos Pasos

08. Plan de Acción para los Próximos Pasos

■ Resultados del Estudio

- ❑ Como resultado del examen de la demanda prevista y de las características de la ruta planificada, **se propuso el “Metro Lineal”** como el modo de transporte adecuado para la Línea 3 del Metro de Santo Domingo.
- ❑ Se ha realizado un estudio multidisciplinar de la línea 3 del metro, como **la alineación, la explotación de los trenes, civil y el Sistema E&M.**
- ❑ La evaluación del Proyecto se analizó en sus **aspectos económico, financiero y medioambiental.**



■ Camino a Seguir

- ❑ Para llevar adelante el proyecto, es necesario realizar un **studio de viabilidad en profundidad** que incluya un studio de ingeniería (studio geotécnico, etc.), un diseño preliminar de la estructura civil y un análisis financiero y económico detallado, teniendo en cuenta la modalidad financiera candidate.

- ✓ Material Rodante
- ✓ Systema E&M
- ✓ Civil y Arquitectura



08. Plan de acción para los próximos pasos

■ Principales puntos del estudio de factibilidad en profundidad



Encuesta ingeniería

- ✓ Encuesta de tráfico (Traffic count survey)
- ✓ Investigación Geotécnica
- ✓ Encuesta Topográfica y Bathymetric (Rio Ozama)
- ✓ Encuesta de recopilación de datos de servicios públicos
- ✓ Investigación de inundaciones y
- ✓ Encuesta de base ambiental



Previsión de demanda

- ✓ Previsión de demanda actualizada basada en la encuesta del tráfico
- ✓ Previsión de la demanda para cada fase (Fases 1A, 1B y 2)



Diseño preliminar

- ✓ Estructura civil y arquitectónica (estación subterránea / elevada, túnel, viaducto, depósito & taller)
- ✓ Consideración de las encuestas de ingeniería, regulación contra incendios, etc.



Planificación de operaciones y mantenimiento

- ✓ Actualización de este Pre-FS
- ✓ Coordinación con OPRET



Consideraciones socioambientales

- ✓ Evaluación de Impacto Ambiental
- ✓ Plan de adquisición y plan de reasentamiento
- ✓ Asistencia de la agencia ejecutora del proyecto en el procedimiento necesario por parte del donante



Programa de ejecución y financiación del proyecto

- ✓ Esquema de ejecución (asignación de tareas a las autoridades)
- ✓ Esquema de financiación del proyecto (APP o financiación pública por paquete de contratos)



Estimación aproximada de costes del proyecto

- ✓ Actualización del costo de construcción y adquisición de este Pre-FS
- ✓ Estimación bruta del costo del proyecto, especialmente para la parte de préstamo



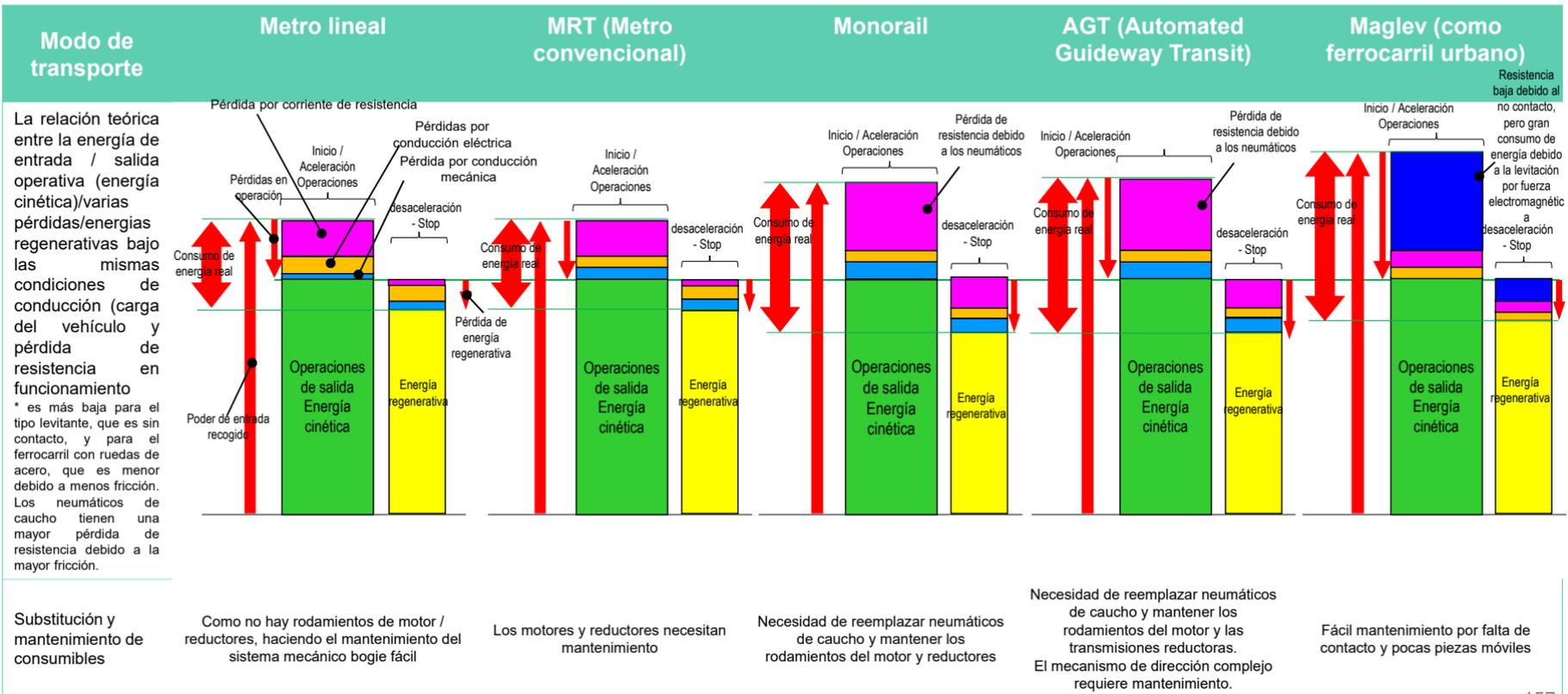
Evaluación del proyecto

- ✓ Actualización de análisis económico y financiero (cálculo del TIR)

09. Anexo

[Referencia] Comparación y selección de modos de transporte

■ Comparación de la eficiencia energética de los modos de transporte (en términos de pérdidas operativas y sustitución y mantenimiento consumibles)



[Referencia] O&M of Overseas Railway por la compañía japonesa

■ Ejemplos de servicios de operación y mantenimiento del ferrocarril extranjero por empresas

Ferrocarril	País	Empresas japonesas (Role)	Longitud de ruta	Estructura de la inversión y observaciones	Fotografía
Línea de Bangkok Purple	Tailandia	<u>Marubeni y Toshiba</u> (El mantenimiento)	23 kilómetros	Japan Transportation Technology (Thailand) Co., Ltd., una joint venture establecida por Marubeni, Toshiba y JR East, llevará a cabo trabajos de mantenimiento en varias instalaciones del stock rodante durante los próximos 10 años. Purple Line tiene la menor incidencia de accidentes en metro en Bangkok (1/5 – 1/24 de las otras líneas).	
Ontario LRT	Canadá	<u>Hitachi Rail</u> (Operación y mantenimiento)	15.6 kilómetros	Hitachi suministra stock rodante y sistema E&M, así como servicio O & M durante 30 años.	
Trenes de West Midlands Trenes de East Anglia	Reino Unido	<u>Mitsui y Co.</u> (Operación y mantenimiento)	899 kilómetros + 1,611 kilómetros	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Trenes de West Midlands Mitsui & Co. y JR East: 29.9% Ferrocarriles de los Países Bajos: 70.1% ➢ Trenes de East Anglia Mitsui & Co.: 40% Abellio Reino Unido: 60% 	
Metro de Dubai	UAE	<u>Compañía Mitsubishi Heavy Industry</u> (Operación y mantenimiento)	91 kilómetros	<p>Dos compañías japonesas se unen a la operación y mantenimiento con KEOLIS, empresa francesa.</p> <pre> graph TD KEOLIS[KEOLIS S.A.] --- J1(()) J1 --- J2(()) J2 --- J3(()) J3 --- KEOLIS KEOLIS --- J4(()) J4 --- J5(()) J5 --- J6(()) J6 --- KEOLIS KEOLIS --- J7(()) J7 --- J8(()) J8 --- J9(()) J9 --- KEOLIS KEOLIS --- J10(()) J10 --- J11(()) J11 --- J12(()) J12 --- KEOLIS KEOLIS --- J13(()) J13 --- J14(()) J14 --- J15(()) J15 --- KEOLIS KEOLIS --- J16(()) J16 --- J17(()) J17 --- J18(()) J18 --- KEOLIS KEOLIS --- J19(()) J19 --- J20(()) J20 --- J21(()) J21 --- KEOLIS KEOLIS --- J22(()) J22 --- J23(()) J23 --- J24(()) J24 --- KEOLIS KEOLIS --- J25(()) J25 --- J26(()) J26 --- J27(()) J27 --- KEOLIS KEOLIS --- J28(()) J28 --- J29(()) J29 --- J30(()) J30 --- KEOLIS KEOLIS --- J31(()) J31 --- J32(()) J32 --- J33(()) J33 --- KEOLIS KEOLIS --- J34(()) J34 --- J35(()) J35 --- J36(()) J36 --- KEOLIS KEOLIS --- J37(()) J37 --- J38(()) J38 --- J39(()) J39 --- KEOLIS KEOLIS --- J40(()) J40 --- J41(()) J41 --- J42(()) J42 --- KEOLIS KEOLIS --- J43(()) J43 --- J44(()) J44 --- J45(()) J45 --- KEOLIS KEOLIS --- J46(()) J46 --- J47(()) J47 --- J48(()) J48 --- KEOLIS KEOLIS --- J49(()) J49 --- J50(()) J50 --- J51(()) J51 --- KEOLIS KEOLIS --- J52(()) J52 --- J53(()) J53 --- J54(()) J54 --- KEOLIS KEOLIS --- J55(()) J55 --- J56(()) J56 --- J57(()) J57 --- KEOLIS KEOLIS --- J58(()) J58 --- J59(()) J59 --- J60(()) J60 --- KEOLIS KEOLIS --- J61(()) J61 --- J62(()) J62 --- J63(()) J63 --- KEOLIS KEOLIS --- J64(()) J64 --- J65(()) J65 --- J66(()) J66 --- KEOLIS KEOLIS --- J67(()) J67 --- J68(()) J68 --- J69(()) J69 --- KEOLIS KEOLIS --- J70(()) J70 --- J71(()) J71 --- J72(()) J72 --- KEOLIS KEOLIS --- J73(()) J73 --- J74(()) J74 --- J75(()) J75 --- KEOLIS KEOLIS --- J76(()) J76 --- J77(()) J77 --- J78(()) J78 --- KEOLIS KEOLIS --- J79(()) J79 --- J80(()) J80 --- J81(()) J81 --- KEOLIS KEOLIS --- J82(()) J82 --- J83(()) J83 --- J84(()) J84 --- KEOLIS KEOLIS --- J85(()) J85 --- J86(()) J86 --- J87(()) J87 --- KEOLIS KEOLIS --- J88(()) J88 --- J89(()) J89 --- J90(()) J90 --- KEOLIS KEOLIS --- J91(()) J91 --- J92(()) J92 --- J93(()) J93 --- KEOLIS KEOLIS --- J94(()) J94 --- J95(()) J95 --- J96(()) J96 --- KEOLIS KEOLIS --- J97(()) J97 --- J98(()) J98 --- J99(()) J99 --- KEOLIS KEOLIS --- J100(()) J100 --- J101(()) J101 --- J102(()) J102 --- KEOLIS KEOLIS --- J103(()) J103 --- J104(()) J104 --- J105(()) J105 --- KEOLIS KEOLIS --- J106(()) J106 --- J107(()) J107 --- J108(()) J108 --- KEOLIS KEOLIS --- J109(()) J109 --- J110(()) J110 --- J111(()) J111 --- KEOLIS KEOLIS --- J112(()) J112 --- J113(()) J113 --- J114(()) J114 --- KEOLIS KEOLIS --- J115(()) J115 --- J116(()) J116 --- J117(()) J117 --- KEOLIS KEOLIS --- J118(()) J118 --- J119(()) J119 --- J120(()) J120 --- KEOLIS KEOLIS --- J121(()) J121 --- J122(()) J122 --- J123(()) J123 --- KEOLIS KEOLIS --- J124(()) J124 --- J125(()) J125 --- J126(()) J126 --- KEOLIS KEOLIS --- J127(()) J127 --- J128(()) J128 --- J129(()) J129 --- KEOLIS KEOLIS --- J130(()) J130 --- J131(()) J131 --- J132(()) J132 --- KEOLIS KEOLIS --- J133(()) J133 --- J134(()) J134 --- J135(()) J135 --- KEOLIS KEOLIS --- J136(()) J136 --- J137(()) J137 --- J138(()) J138 --- KEOLIS KEOLIS --- J139(()) J139 --- J140(()) J140 --- J141(()) J141 --- KEOLIS KEOLIS --- J142(()) J142 --- J143(()) J143 --- J144(()) J144 --- KEOLIS KEOLIS --- J145(()) J145 --- J146(()) J146 --- J147(()) J147 --- KEOLIS KEOLIS --- J148(()) J148 --- J149(()) J149 --- J150(()) J150 --- KEOLIS KEOLIS --- J151(()) J151 --- J152(()) J152 --- J153(()) J153 --- KEOLIS KEOLIS --- J154(()) J154 --- J155(()) J155 --- J156(()) J156 --- KEOLIS KEOLIS --- J157(()) J157 --- J158(()) J158 --- J159(()) J159 --- KEOLIS KEOLIS --- J160(()) J160 --- J161(()) J161 --- J162(()) J162 --- KEOLIS KEOLIS --- J163(()) J163 --- J164(()) J164 --- J165(()) J165 --- KEOLIS KEOLIS --- J166(()) J166 --- J167(()) J167 --- J168(()) J168 --- KEOLIS KEOLIS --- J169(()) J169 --- J170(()) J170 --- J171(()) J171 --- KEOLIS KEOLIS --- J172(()) J172 --- J173(()) J173 --- J174(()) J174 --- KEOLIS KEOLIS --- J175(()) J175 --- J176(()) J176 --- J177(()) J177 --- KEOLIS KEOLIS --- J178(()) J178 --- J179(()) J179 --- J180(()) J180 --- KEOLIS KEOLIS --- J181(()) J181 --- J182(()) J182 --- J183(()) J183 --- KEOLIS KEOLIS --- J184(()) J184 --- J185(()) J185 --- J186(()) J186 --- KEOLIS KEOLIS --- J187(()) J187 --- J188(()) J188 --- J189(()) J189 --- KEOLIS KEOLIS --- J190(()) J190 --- J191(()) J191 --- J192(()) J192 --- KEOLIS KEOLIS --- J193(()) J193 --- J194(()) J194 --- J195(()) J195 --- KEOLIS KEOLIS --- J196(()) J196 --- J197(()) J197 --- J198(()) J198 --- KEOLIS KEOLIS --- J199(()) J199 --- J200(()) J200 --- J201(()) J201 --- KEOLIS KEOLIS --- J202(()) J202 --- J203(()) J203 --- J204(()) J204 --- KEOLIS KEOLIS --- J205(()) J205 --- J206(()) J206 --- J207(()) J207 --- KEOLIS KEOLIS --- J208(()) J208 --- J209(()) J209 --- J210(()) J210 --- KEOLIS KEOLIS --- J211(()) J211 --- J212(()) J212 --- J213(()) J213 --- KEOLIS KEOLIS --- J214(()) J214 --- J215(()) J215 --- J216(()) J216 --- KEOLIS KEOLIS --- J217(()) J217 --- J218(()) J218 --- J219(()) J219 --- KEOLIS KEOLIS --- J220(()) J220 --- J221(()) J221 --- J222(()) J222 --- KEOLIS KEOLIS --- J223(()) J223 --- J224(()) J224 --- J225(()) J225 --- KEOLIS KEOLIS --- J226(()) J226 --- J227(()) J227 --- J228(()) J228 --- KEOLIS KEOLIS --- J229(()) J229 --- J230(()) J230 --- J231(()) J231 --- KEOLIS KEOLIS --- J232(()) J232 --- J233(()) J233 --- J234(()) J234 --- KEOLIS KEOLIS --- J235(()) J235 --- J236(()) J236 --- J237(()) J237 --- KEOLIS KEOLIS --- J238(()) J238 --- J239(()) J239 --- J240(()) J240 --- KEOLIS KEOLIS --- J241(()) J241 --- J242(()) J242 --- J243(()) J243 --- KEOLIS KEOLIS --- J244(()) J244 --- J245(()) J245 --- J246(()) J246 --- KEOLIS KEOLIS --- J247(()) J247 --- J248(()) J248 --- J249(()) J249 --- KEOLIS KEOLIS --- J250(()) J250 --- J251(()) J251 --- J252(()) J252 --- KEOLIS KEOLIS --- J253(()) J253 --- J254(()) J254 --- J255(()) J255 --- KEOLIS KEOLIS --- J256(()) J256 --- J257(()) J257 --- J258(()) J258 --- KEOLIS KEOLIS --- J259(()) J259 --- J260(()) J260 --- J261(()) J261 --- KEOLIS KEOLIS --- J262(()) J262 --- J263(()) J263 --- J264(()) J264 --- KEOLIS KEOLIS --- J265(()) J265 --- J266(()) J266 --- J267(()) J267 --- KEOLIS KEOLIS --- J268(()) J268 --- J269(()) J269 --- J270(()) J270 --- KEOLIS KEOLIS --- J271(()) J271 --- J272(()) J272 --- J273(()) J273 --- KEOLIS KEOLIS --- J274(()) J274 --- J275(()) J275 --- J276(()) J276 --- KEOLIS KEOLIS --- J277(()) J277 --- J278(()) J278 --- J279(()) J279 --- KEOLIS KEOLIS --- J280(()) J280 --- J281(()) J281 --- J282(()) J282 --- KEOLIS KEOLIS --- J283(()) J283 --- J284(()) J284 --- J285(()) J285 --- KEOLIS KEOLIS --- J286(()) J286 --- J287(()) J287 --- J288(()) J288 --- KEOLIS KEOLIS --- J289(()) J289 --- J290(()) J290 --- J291(()) J291 --- KEOLIS KEOLIS --- J292(()) J292 --- J293(()) J293 --- J294(()) J294 --- KEOLIS KEOLIS --- J295(()) J295 --- J296(()) J296 --- J297(()) J297 --- KEOLIS KEOLIS --- J298(()) J298 --- J299(()) J299 --- J300(()) J300 --- KEOLIS KEOLIS --- J301(()) J301 --- J302(()) J302 --- J303(()) J303 --- KEOLIS KEOLIS --- J304(()) J304 --- J305(()) J305 --- J306(()) J306 --- KEOLIS KEOLIS --- J307(()) J307 --- J308(()) J308 --- J309(()) J309 --- KEOLIS KEOLIS --- J310(()) J310 --- J311(()) J311 --- J312(()) J312 --- KEOLIS KEOLIS --- J313(()) J313 --- J314(()) J314 --- J315(()) J315 --- KEOLIS KEOLIS --- J316(()) J316 --- J317(()) J317 --- J318(()) J318 --- KEOLIS KEOLIS --- J319(()) J319 --- J320(()) J320 --- J321(()) J321 --- KEOLIS KEOLIS --- J322(()) J322 --- J323(()) J323 --- J324(()) J324 --- KEOLIS KEOLIS --- J325(()) J325 --- J326(()) J326 --- J327(()) J327 --- KEOLIS KEOLIS --- J328(()) J328 --- J329(()) J329 --- J330(()) J330 --- KEOLIS KEOLIS --- J331(()) J331 --- J332(()) J332 --- J333(()) J333 --- KEOLIS KEOLIS --- J334(()) J334 --- J335(()) J335 --- J336(()) J336 --- KEOLIS KEOLIS --- J337(()) J337 --- J338(()) J338 --- J339(()) J339 --- KEOLIS KEOLIS --- J340(()) J340 --- J341(()) J341 --- J342(()) J342 --- KEOLIS KEOLIS --- J343(()) J343 --- J344(()) J344 --- J345(()) J345 --- KEOLIS KEOLIS --- J346(()) J346 --- J347(()) J347 --- J348(()) J348 --- KEOLIS KEOLIS --- J349(()) J349 --- J350(()) J350 --- J351(()) J351 --- KEOLIS KEOLIS --- J352(()) J352 --- J353(()) J353 --- J354(()) J354 --- KEOLIS KEOLIS --- J355(()) J355 --- J356(()) J356 --- J357(()) J357 --- KEOLIS KEOLIS --- J358(()) J358 --- J359(()) J359 --- J360(()) J360 --- KEOLIS KEOLIS --- J361(()) J361 --- J362(()) J362 --- J363(()) J363 --- KEOLIS KEOLIS --- J364(()) J364 --- J365(()) J365 --- J366(()) J366 --- KEOLIS KEOLIS --- J367(()) J367 --- J368(()) J368 --- J369(()) J369 --- KEOLIS KEOLIS --- J370(()) J370 --- J371(()) J371 --- J372(()) J372 --- KEOLIS KEOLIS --- J373(()) J373 --- J374(()) J374 --- J375(()) J375 --- KEOLIS KEOLIS --- J376(()) J376 --- J377(()) J377 --- J378(()) J378 --- KEOLIS KEOLIS --- J379(()) J379 --- J380(()) J380 --- J381(()) J381 --- KEOLIS KEOLIS --- J382(()) J382 --- J383(()) J383 --- J384(()) J384 --- KEOLIS KEOLIS --- J385(()) J385 --- J386(()) J386 --- J387(()) J387 --- KEOLIS KEOLIS --- J388(()) J388 --- J389(()) J389 --- J390(()) J390 --- KEOLIS KEOLIS --- J391(()) J391 --- J392(()) J392 --- J393(()) J393 --- KEOLIS KEOLIS --- J394(()) J394 --- J395(()) J395 --- J396(()) J396 --- KEOLIS KEOLIS --- J397(()) J397 --- J398(()) J398 --- J399(()) J399 --- KEOLIS KEOLIS --- J400(()) J400 --- J401(()) J401 --- J402(()) J402 --- KEOLIS KEOLIS --- J403(()) J403 --- J404(()) J404 --- J405(()) J405 --- KEOLIS KEOLIS --- J406(()) J406 --- J407(()) J407 --- J408(()) J408 --- KEOLIS KEOLIS --- J409(()) J409 --- J410(()) J410 --- J411(()) J411 --- KEOLIS KEOLIS --- J412(()) J412 --- J413(()) J413 --- J414(()) J414 --- KEOLIS KEOLIS --- J415(()) J415 --- J416(()) J416 --- J417(()) J417 --- KEOLIS KEOLIS --- J418(()) J418 --- J419(()) J419 --- J420(()) J420 --- KEOLIS KEOLIS --- J421(()) J421 --- J422(()) J422 --- J423(()) J423 --- KEOLIS KEOLIS --- J424(()) J424 --- J425(()) J425 --- J426(()) J426 --- KEOLIS KEOLIS --- J427(()) J427 --- J428(()) J428 --- J429(()) J429 --- KEOLIS KEOLIS --- J430(()) J430 --- J431(()) J431 --- J432(()) J432 --- KEOLIS KEOLIS --- J433(()) J433 --- J434(()) J434 --- J435(()) J435 --- KEOLIS KEOLIS --- J436(()) J436 --- J437(()) J437 --- J438(()) J438 --- KEOLIS KEOLIS --- J439(()) J439 --- J440(()) J440 --- J441(()) J441 --- KEOLIS KEOLIS --- J442(()) J442 --- J443(()) J443 --- J444(()) J444 --- KEOLIS KEOLIS --- J445(()) J445 --- J446(()) J446 --- J447(()) J447 --- KEOLIS KEOLIS --- J448(()) J448 --- J449(()) J449 --- J450(()) J450 --- KEOLIS KEOLIS --- J451(()) J451 --- J452(()) J452 --- J453(()) J453 --- KEOLIS KEOLIS --- J454(()) J454 --- J455(()) J455 --- J456(()) J456 --- KEOLIS KEOLIS --- J457(()) J457 --- J458(()) J458 --- J459(()) J459 --- KEOLIS KEOLIS --- J460(()) J460 --- J461(()) J461 --- J462(()) J462 --- KEOLIS KEOLIS --- J463(()) J463 --- J464(()) J464 --- J465(()) J465 --- KEOLIS KEOLIS --- J466(()) J466 --- J467(()) J467 --- J468(()) J468 --- KEOLIS KEOLIS --- J469(()) J469 --- J470(()) J470 --- J471(()) J471 --- KEOLIS KEOLIS --- J472(()) J472 --- J473(()) J473 --- J474(()) J474 --- KEOLIS KEOLIS --- J475(()) J475 --- J476(()) J476 --- J477(()) J477 --- KEOLIS KEOLIS --- J478(()) J478 --- J479(()) J479 --- J480(()) J480 --- KEOLIS KEOLIS --- J481(()) J481 --- J482(()) J482 --- J483(()) J483 --- KEOLIS KEOLIS --- J484(()) J484 --- J485(()) J485 --- J486(()) J486 --- KEOLIS KEOLIS --- J487(()) J487 --- J488(()) J488 --- J489(()) J489 --- KEOLIS KEOLIS --- J490(()) J490 --- J491(()) J491 --- J492(()) J492 --- KEOLIS KEOLIS --- J493(()) J493 --- J494(()) J494 --- J495(()) J495 --- KEOLIS KEOLIS --- J496(()) J496 --- J497(()) J497 --- J498(()) J498 --- KEOLIS KEOLIS --- J499(()) J499 --- J500(()) J500 --- J501(()) J501 --- KEOLIS KEOLIS --- J502(()) J502 --- J503(()) J503 --- J504(()) J504 --- KEOLIS KEOLIS --- J505(()) J505 --- J506(()) J506 --- J507(()) J507 --- KEOLIS KEOLIS --- J508(()) J508 --- J509(()) J509 --- J510(()) J510 --- KEOLIS KEOLIS --- J511(()) J511 --- J512(()) J512 --- J513(()) J513 --- KEOLIS KEOLIS --- J514(()) J514 --- J515(()) J515 --- J516(()) J516 --- KEOLIS KEOLIS --- J517(()) J517 --- J518(()) J518 --- J519(()) J519 --- KEOLIS KEOLIS --- J520(()) J520 --- J521(()) J521 --- J522(()) J522 --- KEOLIS KEOLIS --- J523(()) J523 --- J524(()) J524 --- J525(()) J525 --- KEOLIS KEOLIS --- J526(()) J526 --- J527(()) J527 --- J528(()) J528 --- KEOLIS KEOLIS --- J529(()) J529 --- J530(()) J530 --- J531(()) J531 --- KEOLIS KEOLIS --- J532(()) J532 --- J533(()) J533 --- J534(()) J534 --- KEOLIS KEOLIS --- J535(()) J535 --- J536(()) J536 --- J537(()) J537 --- KEOLIS KEOLIS --- J538(()) J538 --- J539(()) J539 --- J540(()) J540 --- KEOLIS KEOLIS --- J541(()) J541 --- J542(()) J542 --- J543(()) J543 --- KEOLIS KEOLIS --- J544(()) J544 --- J545(()) J545 --- J546(()) J546 --- KEOLIS KEOLIS --- J547(()) J547 --- J548(()) J548 --- J549(()) J549 --- KEOLIS KEOLIS --- J550(()) J550 --- J551(()) J551 --- J552(()) J552 --- KEOLIS KEOLIS --- J553(()) J553 --- J554(()) J554 --- J555(()) J555 --- KEOLIS KEOLIS --- J556(()) J556 --- J557(()) J557 --- J558(()) J558 --- KEOLIS KEOLIS --- J559(()) J559 --- J560(()) J560 --- J561(()) J561 --- KEOLIS KEOLIS --- J562(()) J562 --- J563(()) J563 --- J564(()) J564 --- KEOLIS KEOLIS --- J565(()) J565 --- J566(()) J566 --- J567(()) J567 --- KEOLIS KEOLIS --- J568(()) J568 --- J569(()) J569 --- J570(()) J570 --- KEOLIS KEOLIS --- J571(()) J571 --- J572(()) J572 --- J573(()) J573 --- KEOLIS KEOLIS --- J574(()) J574 --- J575(()) J575 --- J576(()) J576 --- KEOLIS KEOLIS --- J577(()) J577 --- J578(()) J578 --- J579(()) J579 --- KEOLIS KEOLIS --- J580(()) J580 --- J581(()) J581 --- J582(()) J582 --- KEOLIS KEOLIS --- J583(()) J583 --- J584(()) J584 --- J585(()) J585 --- KEOLIS KEOLIS --- J586(()) J586 --- J587(()) J587 --- J588(()) J588 --- KEOLIS KEOLIS --- J589(()) J589 --- J590(()) J590 --- J591(()) J591 --- KEOLIS KEOLIS --- J592(()) J592 --- J593(()) J593 --- J594(()) J594 --- KEOLIS KEOLIS --- J595(()) J595 --- J596(()) J596 --- J597(()) J597 --- KEOLIS KEOLIS --- J598(()) J598 --- J599(()) J599 --- J600(()) J600 --- KEOLIS KEOLIS --- J601(()) J601 --- J602(()) J602 --- J603(()) J603 --- KEOLIS KEOLIS --- J604(()) J604 --- J605(()) J605 --- J606(()) J606 --- KEOLIS KEOLIS --- J607(()) J607 --- J608(()) J608 --- J609(()) J609 --- KEOLIS KEOLIS --- J610(()) J610 --- J611(()) J611 --- J612(()) J612 --- KEOLIS KEOLIS --- J613(()) J613 --- J614(()) J614 --- J615(()) J615 --- KEOLIS KEOLIS --- J616(()) J616 --- J617(()) J617 --- J618(()) J618 --- KEOLIS KEOLIS --- J619(()) J619 --- J620(()) J620 --- J621(()) J621 --- KEOLIS KEOLIS --- J622(()) J622 --- J623(()) J623 --- J624(()) J624 --- KEOLIS KEOLIS --- J625(()) J625 --- J626(()) J626 --- J627(()) J627 --- KEOLIS KEOLIS --- J628(()) J628 --- J629(()) J629 --- J630(()) J630 --- KEOLIS KEOLIS --- J631(()) J631 --- J632(()) J632 --- J633(()) J633 --- KEOLIS KEOLIS --- J634(()) J634 --- J635(()) J635 --- J636(()) J636 --- KEOLIS KEOLIS --- J637(()) J637 --- J638(()) J638 --- J639(()) J639 --- KEOLIS KEOLIS --- J640(()) J640 --- J641(()) J641 --- J642(()) J642 --- KEOLIS KEOLIS --- J643(()) J643 --- J644(()) J644 --- J645(()) J645 --- KEOLIS KEOLIS --- J646(()) J646 --- J647(()) J647 --- J648(()) J648 --- KEOLIS KEOLIS --- J649(()) J649 --- J650(()) J650 --- J651(()) J651 --- KEOLIS KEOLIS --- J652(()) J652 --- J653(()) J653 --- J654(()) J654 --- KEOLIS KEOLIS --- J655(()) J655 --- J656(()) J656 --- J657(()) J657 --- KEOLIS KEOLIS --- J658(()) J658 --- J659(()) J659 --- J660(()) J660 --- KEOLIS KEOLIS --- J661(()) J661 --- J662(()) J662 --- J663(()) J663 --- KEOLIS KEOLIS --- J664(()) J664 --- J665(()) J665 --- J666(()) J666 --- KEOLIS KEOLIS --- J667(()) J667 --- J668(()) J668 --- J669(()) J669 --- KEOLIS KEOLIS --- J670(()) J670 --- J671(()) J671 --- J672(()) J672 --- KEOLIS KEOLIS --- J673(()) J673 --- J674(()) J674 --- J675(()) J675 --- KEOLIS KEOLIS --- J676(()) J676 --- J677(()) J677 --- J678(()) J678 --- KEOLIS KEOLIS --- J679(()) J679 --- J680(()) J680 --- J681(()) J681 --- KEOLIS KEOLIS --- J682(()) J682 --- J683(()) J683 --- J684(()) J684 --- KEOLIS KEOLIS --- J685(()) J685 --- J686(()) J686 --- J687(()) J687 --- KEOLIS KEOLIS --- J688(()) J688 --- J689(()) J689 --- J690(()) J690 --- KEOLIS KEOLIS --- J691(()) J691 --- J692(()) J692 --- J693(()) J693 --- KEOLIS KEOLIS --- J694(()) J694 --- J695(()) J695 --- J696(()) J696 --- KEOLIS KEOLIS --- J697(()) J697 --- J698(()) J698 --- J699(()) J699 --- KEOLIS KEOLIS --- J700(()) J700 --- J701(()) J701 --- J702(()) J702 --- KEOLIS KEOLIS --- J703(()) J703 --- J704(()) J704 --- J705(()) J705 --- KEOLIS KEOLIS --- J706(()) J706 --- J707(()) J707 --- J708(()) J708 --- KEOLIS KEOLIS --- J709(()) J709 --- J710(()) J710 --- J711(()) J711 --- KEOLIS KEOLIS --- J712(()) J712 --- J713(()) J713 --- J714(()) J714 --- KEOLIS KEOLIS --- J715(()) J715 --- J716(()) J716 --- J717(()) J717 --- KEOLIS KEOLIS --- J718(()) J718 --- J719(()) J719 --- J720(()) J720 --- KEOLIS KEOLIS --- J721(()) J721 --- J722(()) J722 --- J723(()) J723 --- KEOLIS KEOLIS --- J724(()) J724 --- J725(()) J725 --- J726(()) J726 --- KEOLIS KEOLIS --- J727(()) J727 --- J728(()) J728 --- J729(()) J729 --- KEOLIS KEOLIS --- J730(()) J730 --- J731(()) J731 --- J732(()) J732 --- KEOLIS KEOLIS --- J733(()) J733 --- J734(()) J734 --- J735(()) J735 --- KEOLIS KEOLIS --- J7</pre>	

[Referencia] Ejemplo de la implementación lineal del metro

Moda	Líneas Sky Train-Expo Millennium, Vancouver	Aeropuerto JFK, Nueva York	Rápido KL - Kelana Jaya línea, Kuala Lumpur	Aeropuerto Express de Beijing	El Everest, Yongin	Metro de Riyadh - Orange Line Ríos
Fotografía						
Dimensión del coche (Longitud x anchura)	12,7/17,3m x 2,5 m	17,6 m x 3,1 m	15 m x 2.7 m	16,1 m x 3,2 m	16,1 m x 3,2 m	18 m x 2.7 m
Longitud de línea	59.5 kilómetros	13 kilómetros	46,4 kilómetros	27.0 kilómetros	29,6 kilómetros	40,7 kilómetros
Entrega de Rolling Stock	Art Mark I (150) en 1985 ART MARK II (108) en 2009 Art Mark III (84) en 2015	ART MARK II (32) en 2003	ART MARK II (210) en 2003 Art Mark III (56) en 2016 Art Mark III (108) en 2022	Art Mark II (40) en 2008	ART MARK II (30) en 2013	Art Mark III (94) en 2019
Velocidad de operación máxima	80 km/h	97 km/h	80 km/h	110 km/h	80 km/h	No datos
Sistema eléctrico	DC 750 V Tercera riel					