

**“CONCURSO DE IDEAS-PROYECTO – SOLUCIONES
PARA EL TRANSPORTE EN EL CORREDOR NORTE
DEL AMBA”**

**“CONSORCIO REGIÓN METROPOLITANA NORTE –
MUNICIPIOS DE SAN FERNANDO, SAN ISIDRO, TIGRE
Y VICENTE LÓPEZ”**

Título: SISTEMA TRAM

Seudónimo: QUANTUM

INDICE

INTRODUCCIÓN GENERAL	Página 3
DEFINICIÓN DE LA TRAZA Y DEL ÁREA DE INFLUENCIA.	
DEMANDA PROYECTADA	Página 4
DEFINICIÓN DEL ESQUEMA OPERATIVO DEL SISTEMA	Página 6
DEFINICIÓN DE LOS INGRESOS DEL SISTEMA	Página 9
DEFINICIÓN DE LOS GASTOS DE INVERSIÓN	Página 12
COMPOSICIÓN Y CRONOGRAMA DE LAS INVERSIONES	Página 19
EL SISTEMA TRAM. DESCRIPCIÓN	Página 20
CONSIDERACIONES ACERCA DE LA CONSTRUCCION DEL SISTEMA TRAM	Página 34
CONCLUSIONES	Página 36
EVALUACIÓN DE PROYECTO	Página 38
TRAZA	Página 40
INSERCIÓN DEL SISTEMA TRAM EN LA TRAZA PROPUESTA Imagen 1	Página 41
INSERCIÓN DEL SISTEMA TRAM EN LA TRAZA PROPUESTA Imagen 2	Página 42
INSERCIÓN DEL SISTEMA TRAM EN LA TRAZA PROPUESTA Imagen 3	Página 43
VISTA LATERAL	Página 44
VISTA FRONTAL	Página 45
CONJUNTO VÍA -TREN RODANTE	Página 46
CHASIS Y BOGIES	Página 47
MODELO DE ESTACIÓN 1- Vista Externa	Página 48
MODELO DE ESTACIÓN 1- Vista Interna	Página 49

INTRODUCCIÓN GENERAL

El tratamiento de la presente idea – proyecto nos introduce en una problemática general que es la del transporte en la Región Norte del Área Metropolitana de Buenos Aires, ámbito donde no aparecen síntomas de transformaciones positivas.

Los problemas complejos exigen soluciones complejas. El esquema actual de movilidad en la Región está condicionado por la definición de la infraestructura y de los servicios públicos existentes, que interactúan dentro de la misma.

En este contexto, la demanda actual de 1,6 millones de viajes diarios es atendida por un sistema de transporte integrado por un servicio de ferrocarriles suburbanos, varias líneas de autotransporte de pasajeros y aproximadamente 200.000 vehículos particulares.

La alta concentración de actividades administrativas, comerciales, financieras y gubernamentales en el macrocentro de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, genera un esquema de movilidad de característica radial.

Dentro del contexto enunciado, se identifica un corredor radial que cubre la Región Norte del Área Metropolitana de Buenos Aires, que posee una elevada generación de viajes y que merece ser servido por un sistema de transporte guiado elevado que no interfiere con el tránsito de superficie, con el objeto de mejorar las condiciones de transporte del área, ya que actualmente los viajes en dicho corredor se atienden mediante el ferrocarril, el autotransporte colectivo y los automóviles particulares, con el consiguiente congestionamiento de tránsito y las consecuencias en cuanto a demora, polución y accidentes que el mismo provoca.

Por otra parte, como en coincidencia con gran parte de dicho corredor existe una traza vial como el Acceso Norte, resulta sumamente conveniente aprovechar las tierras afectadas a la misma para la instalación del proyecto propuesto, ya que dicha decisión implica la inexistencia de requerimientos de expropiación y además su implantación resulta de muy baja conmoción.

En este marco estratégico es donde adquiere fundamental importancia el desarrollo de un Sistema Elevado de Transporte Urbano de Pasajeros de vinculación entre Tigre y Retiro.

La ubicación de las estaciones del sistema generará centros de transferencia multimodales con instalaciones comerciales, recreativas, de servicios; y con estacionamientos adecuados, potenciará la utilización del sistema con la consiguiente disminución del tránsito que presiona sobre el área.

El presente proyecto tiene como objetivo, dado su carácter de público y masivo, aumentar la eficiencia global del sistema de transporte, reducir tiempos de viaje, tender a un bajo factor de ocupación de suelo, disminuir la contaminación ambiental y el índice de accidentes de tránsito.

En el escenario planteado, el primer paso será determinar la demanda potencial de pasajeros hacia un sistema de estas características.

DEFINICIÓN DE LA TRAZA Y DEL ÁREA DE INFLUENCIA. DEMANDA PROYECTADA.

Coherentemente con lo enunciado en la introducción, la traza coincide desde la Estación Tigre, en partes de su recorrido, con la Av. Int. Ubieto, Luis García, traza del Acceso Norte Ramal Tigre por la colectora frentista parte oeste, Panamericana colectora frentista parte oeste, vías del ferrocarril Belgrano Norte, parte externa este de la Av. Cantilo, Ciudad Universitaria, Camino Costero, Av. Presidente Ramón Castillo, Av. Antártida Argentina hasta Estación Retiro.

Se trata de un recorrido de 32 Km y se plantean 17 estaciones según el siguiente detalle:

- 1.- Tigre.
- 2.- Montevideo
- 3.- Crisólogo Larralde.
- 4.- Hipólito Irigoyen.
- 5.- Avellaneda.
- 6.- Uruguay.
- 7.- Tomkinson.
- 8.- Márquez.
- 9.- Fondo de la Legua.
- 10.- Paraná.
- 11.- Ugarte.
- 12.- San Martín.
- 13.- Laprida.

- 14.- Maipú.
- 15.- Ciudad Universitaria.
- 16.- Aeroparque.
- 17.- Retiro.

La implantación del sistema de transporte urbano masivo elevado sobre la traza propuesta dentro del área metropolitana provocará un cambio sustancial en las condiciones de transporte del área de influencia.

La definición del área de influencia del proyecto en su fase generadora de viajes de ida, se plantea en la totalidad de los municipios de Tigre, San Fernando, San Isidro y Vicente López, tomando como eje la traza propuesta.

Tengamos en cuenta los siguientes datos:

- **Tigre:** 148 Km² continentales, 220 Km² insulares, 380.709 habitantes.
- **San Fernando:** 22 Km² continentales, 950 Km² insulares, 163.462 habitantes.
- **San Isidro:** 48 Km², 291.608 habitantes.
- **Vicente López:** 33 Km², 269.420 habitantes.

El área generadora de viajes de ida alberga 1.105.199 habitantes.

Estimando una generación total de viajes de 1,45 viajes / habitante, obtenemos alrededor de 1.600.000 viajes diarios totales.

En su fase receptora de viajes de ida, la zona de influencia se proyecta hacia el interior de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, de manera directa a la zona norte de la misma (Estación Maipú), a la Ciudad Universitaria, al Aeroparque, a Retiro y de manera indirecta a través de la red de subterráneos y el autotransporte de pasajeros, a toda el área de la ciudad.

Tomando en cuenta las consideraciones expuestas, es razonable estimar una demanda de ida y vuelta de 351.120 viajes diarios para el Sistema Tram Tigre – Retiro, que representa alrededor del 22 % del total de viajes actuales. Esta demanda proyecta un requerimiento para las horas pico de 22.500 pasajeros por hora y por sentido. Esta operación de horas pico queda cubierta con trenes de 6 coches de 12 metros cada uno con una capacidad de 750 pasajeros por tren, circulando cada 2 minutos en ambos sentidos.

La propia característica elevada del sistema implica la inexistencia de conflictos con el tránsito existente por no invadir carriles ni provocar cruces a nivel.

Por otra parte, al aprovechar la existencia de trazas abiertas, no requerirá expropiaciones de ninguna índole.

La velocidad de cruce alcanzará los 75 Km/h y la velocidad comercial promedio, los 45 Km/h.

Los trenes están constituidos por coches eléctricos de rodado neumático con sistemas de operación de última tecnología que garantizan un servicio rápido, seguro, confiable, no polucionante y con un riesgo de accidentes prácticamente nulo por no tener cruces a nivel y por ser intrínsecamente indescarrilable.

La vía está construida en piezas de hormigón premoldeado pretensado.

Son elementos relativamente livianos que permiten una alta velocidad de avance de construcción (aproximadamente 1,5 Km por mes).

DEFINICIÓN DEL ESQUEMA OPERATIVO DEL SISTEMA

Encuadre General

La definición del esquema operativo parte del siguiente ciclo de marcha propio del Sistema Tram:

ETAPA DE ACELERACIÓN: 0 – 75 Km/h – Tiempo: 37,88 segundos – Espacio recorrido: 395 metros – aceleración promedio: 0,55 m/s².

ETAPA DE VELOCIDAD CONSTANTE: 75 Km/h.

ETAPA DE FRENADO: 75 Km/h – 0 – Tiempo: 26,04 segundos – Espacio recorrido: 271 metros – desaceleración promedio: 0,8 m/s².

ETAPA DE DETENCIÓN EN ESTACIONES PROMEDIO: Tiempo: 30 segundos.

Las características particulares de la presente aplicación del sistema y las condicionantes propias de su trazado, plantean la necesidad del ordenamiento del esquema operativo en tres fases, a fin de compatibilizarlo con los criterios constructivos, con la secuencia de financiamiento y con el crecimiento del servicio en el tiempo.

Determinación de la actividad operativa de las distintas fases del proyecto.

a) Fase Operativa 1.

La construcción de las obras de la Etapa I del proyecto se desarrollarán durante 2 años (Años 1 y 2) del Cronograma de Obras.

Durante estos 24 meses se construirán los 19,065 Km de la traza entre las estaciones 1 (Tigre) y 14 (Maipú) y se incorporarán los coches necesarios para comenzar los servicios de explotación el primer día del tercer año del proyecto.

El flujo de pasajeros circulado total por año durante esta Fase Operativa 1 es de 89.044.032 pasajeros / año.

Esto define el siguiente costo operativo:

COSTO OPERATIVO TIGRE – MAIPÚ	Años 3-4
Recorrido de ida (Km)	19,065
Tiempo de ida (min)	28,77
Frecuencia Hora Pico (min)	2
Distancia entre trenes promedio Hora Pico (m)	1.325,49
Trenes funcionando en Hora Pico (unidades)	29
Coches funcionando en Hora Pico (unidades)	174
Horas/Día	20
Días Promedio/Año	317
Promedio de Uso Diario (%)	79,33
Velocidad de Crucero (Km/H)	75
Velocidad Comercial (Km/H)	39,76
Coches.Km/Año	34.795.440
Costo/Coche Km. (\$/Coche Km)	\$ 5,13
COSTO OPERATIVO ANUAL (\$/Año)	178.500.609

COMPOSICIÓN DEL COSTO OPERATIVO	(\$/Año)	(%)
Ingeniería	3.570.012	2
Energía	53.550.183	30
Conductores y Personal de Servicio Operativo	41.055.140	23
Mantenimiento Material Rodante	41.055.140	23
Mantenimiento Infraestructura y Electricidad	14.280.049	8
Administración y Gastos Generales	24.990.085	14
TOTAL	178.500.609	100

b) Fase Operativa 2.

La construcción de las obras de la Etapa II del proyecto se desarrollarán durante 2 años (Años 3 y 4) del Cronograma de Obras.

Durante estos 24 meses se construirán los 12,92 Km de la traza entre las estaciones 14 (Maipú) y 17 (Retiro) y se incorporarán los coches necesarios para completar los servicios de explotación, el primer día del quinto año del proyecto.

El flujo de pasajeros circulado total por año durante esta Fase Operativa 2 es de 111.305.040 pasajeros / año.

Esto define el siguiente costo operativo:

COSTO OPERATIVO TIGRE-RETIRO	Años 5-10
Recorrido de ida (Km)	31,985
Tiempo de ida (min)	42,22
Frecuencia Hora Pico (min)	2
Distancia entre trenes promedio Hora Pico (m)	1.515,28
Trenes funcionando en Hora Pico (unidades)	43
Coches funcionando en Hora Pico (unidades)	258
Horas/Día	20
Días Promedio/Año	317
Promedio de Uso Diario (%)	79,33
Velocidad de Crucero (Km/H)	75
Velocidad Comercial (Km/H)	45,46
Coches.Km/Año	58.989.654
Costo/Coche Km. (\$/Coche Km)	\$ 5,13
COSTO OPERATIVO ANUAL (\$/Año)	302.616.925

COMPOSICIÓN DEL COSTO OPERATIVO	(\$/Año)	(%)
Ingeniería	6.052.338	2
Energía	90.785.077	30
Conductores y Personal de Servicio Operativo	69.601.893	23
Mantenimiento Material Rodante	69.601.893	23
Mantenimiento Infraestructura y Electricidad	24.209.354	8
Administración y Gastos Generales	42.366.370	14
TOTAL	302.616.925	100

c) Fase Operativa 3.

Con el objeto de cubrir el crecimiento demográfico de la demanda, durante el Año 10 de la explotación, se incorporará el material rodante y las instalaciones de talleres y garaje para lograr el correspondiente aumento del servicio entre los Años 11 y 20.

El flujo de pasajeros circulado total por año durante esta Fase Operativa 3 es de 141.508.800 pasajeros / año.

Esto define el siguiente costo operativo:

COSTO OPERATIVO TIGRE-RETIRO	Años 11-20
Recorrido de ida (Km)	31,985
Tiempo de ida (min)	42,22
Frecuencia Hora Pico (min)	1,5
Distancia entre trenes promedio Hora Pico (m)	1.136,46
Trenes funcionando en Hora Pico (unidades)	57
Coches funcionando en Hora Pico (unidades)	342
Horas/Día	20
Días Promedio/Año	317
Promedio de Uso Diario (%)	75,00
Velocidad de Crucero (Km/H)	75
Velocidad Comercial (Km/H)	45,46
Coches.Km/Año	73.927.507
Costo/Coche Km. (\$/Coche Km)	\$ 5,13
COSTO OPERATIVO ANUAL (\$/Año)	379.248.110

COMPOSICIÓN DEL COSTO OPERATIVO	(\$/Año)	(%)
Ingeniería	7.584.962	2
Energía	113.774.433	30
Conductores y Personal de Servicio Operativo	87.227.065	23
Mantenimiento Material Rodante	87.227.065	23
Mantenimiento Infraestructura y Electricidad	30.339.849	8
Administración y Gastos Generales	53.094.736	14
TOTAL	379.248.110	100

DEFINICIÓN DE LOS INGRESOS DEL SISTEMA

Partiendo de la estimación de la demanda proyectada en 351.120 viajes diarios totales para el Sistema Tram Tigre – Retiro, la que representa alrededor del 22 % del total de viajes actuales, definiremos los ingresos en cada una de las 3 fases operativas.

a) Ingresos Fase Operativa 1.

Durante esta fase operativa, el servicio se prestará en los años 3 y 4 entre las estaciones 1 y 14 (Tigre y Maipú en Vicente López).

El recorrido en un sentido es de aproximadamente 19 Km sobre la traza proyectada, el que será cubierto en 29 minutos con una frecuencia de 2 minutos entre trenes en horas pico, 2,5 minutos en horas de transición y 3 minutos en horas valle.

Se estima una tarifa plana de \$ 3,50 (sin considerar subsidios).

La ocupación del servicio en estas condiciones se estima en un 80% en horas pico, 64% en las horas de transición y un 32% en las horas valle.

Ingresos anuales Años 3 – 4.		
Frecuencia Hora Pico (min)	2	
Trenes/Hora Pico	30	
Capacidad de Transporte por Tren (Pas/Tren)	750	
Capacidad de Transporte Hora Pico (Pas/Hora.Sentido)	22.500	
Capacidad Total de Hora Pico (Pas/Hora)	27.000	
Porcentaje de Ocupación (%)	80	
Viajes/Día en 6 Horas Pico (Pas)		129.600
Frecuencia Hora de Transición (min)	2,5	
Trenes/Hora de Transición	24	
Capacidad de Transporte por Tren (Pas/Tren)	750	
Capacidad de Transporte Hora de Transición (Pas/Hora.Sentido)	18.000	
Capacidad Total de Transporte Hora de Transición (Pas/Hora)	21.600	
Porcentaje de Ocupación (%)	64	
Viajes/Día en 4 Horas de Transición (Pas)		55.296
Frecuencia Hora Valle (min)	3	
Trenes/Hora Valle	20	
Capacidad de Transporte por Tren (Pas/Tren)	750	
Capacidad de Transporte Hora Valle (Pas/Hora.Sentido)	15.000	
Capacidad Total de Transporte Hora Valle (Pas/Hora)	30.000	
Porcentaje de Ocupación (%)	32	
Viajes/Día en 10 Horas Valle (Pas)		96.000
Viajes/Día en 20 Horas de Servicio (Pas)		280.896
Tarifa Plana sin Subsidio Años 3 – 4 (\$)		\$ 3,50
Ingresos Diarios por Viajes Años 3 – 4 (\$)		983.136
Días anuales promedio		317
Ingresos Anuales por Viajes Años 3 – 4. (\$)		311.654.112

b) Ingresos Fase Operativa 2.

Durante esta fase operativa, el servicio se prestará en los años 5 al 10 entre las estaciones 1 y 17 (Tigre y Retiro).

El recorrido en un sentido es de aproximadamente 32 Km sobre la traza proyectada, el que será cubierto en 42 minutos con una frecuencia de 2 minutos entre trenes en horas pico, 2,5 minutos en horas de transición y 3 minutos en horas valle.

Se estima una tarifa plana de \$ 5,00 (sin considerar subsidios).

La ocupación del servicio en estas condiciones se estima en un 100% en horas pico, 80% en las horas de transición y un 40% en las horas valle.

Ingresos anuales Años 5 – 10.		
Frecuencia Hora Pico (min)	2	
Trenes/Hora Pico	30	
Capacidad de Transporte por Tren (Pas/Tren)	750	
Capacidad de Transporte Hora Pico (Pas/Hora.Sentido)	22.500	
Capacidad Total de Hora Pico (Pas/Hora)	27.000	
Porcentaje de Ocupación (%)	100	
Viajes/Día en 6 Horas Pico (Pas)		162.000
Frecuencia Hora de Transición (min)	2,5	
Trenes/Hora de Transición	24	
Capacidad de Transporte por Tren (Pas/Tren)	750	
Capacidad de Transporte Hora de Transición (Pas/Hora.Sentido)	18.000	
Capacidad Total de Transporte Hora de Transición (Pas/Hora)	21.600	
Porcentaje de Ocupación (%)	80	
Viajes/Día en 4 Horas de Transición (Pas)		69.120
Frecuencia Hora Valle (min)	3	
Trenes/Hora Valle	20	
Capacidad de Transporte por Tren (Pas/Tren)	750	
Capacidad de Transporte Hora Valle (Pas/Hora.Sentido)	15.000	
Capacidad Total de Transporte Hora Valle (Pas/Hora)	30.000	
Porcentaje de Ocupación (%)	40	
Viajes/Día en 10 Horas Valle (Pas)		120.000
Viajes/Día en 20 Horas de Servicio (Pas)		351.120
Tarifa Plana sin Subsidio Años 5 – 10 (\$)		\$ 5,00
Ingresos Diarios por Viajes Años 5 – 10 (\$)		1.755.600
Días anuales promedio		317
Ingresos Anuales por Viajes Años 5 – 10. (\$)		556.525.200

c) Ingresos Fase Operativa 3.

Durante esta fase operativa, el servicio se prestará en los años 11 al 20 entre las estaciones 1 y 17 (Tigre y Retiro).

El recorrido en un sentido es de aproximadamente 32 Km sobre la traza proyectada, el que será cubierto en 42 minutos con una frecuencia de 1,5 minutos entre trenes en horas pico, 2 minutos en horas de transición y 3 minutos en horas valle.

Se estima una tarifa plana de \$ 5,00 (sin considerar subsidios).

La ocupación del servicio en estas condiciones se estima en un 100% en horas pico, 80% en las horas de transición y un 40% en las horas valle.

Ingresos anuales Años 11 – 20.		
Frecuencia Hora Pico (min)	1,5	
Trenes/Hora Pico	40	
Capacidad de Transporte por Tren (Pas/Tren)	750	
Capacidad de Transporte Hora Pico (Pas/Hora.Sentido)	30.000	
Capacidad Total de Hora Pico (Pas/Hora)	36.000	
Porcentaje de Ocupación (%)	100	
Viajes/Día en 6 Horas Pico (Pas)		216.000
Frecuencia Hora de Transición (min)	2	
Trenes/Hora de Transición	30	
Capacidad de Transporte por Tren (Pas/Tren)	750	
Capacidad de Transporte Hora de Transición (Pas/Hora.Sentido)	22.500	
Capacidad Total de Transporte Hora de Transición (Pas/Hora)	27.000	
Porcentaje de Ocupación (%)	80	
Viajes/Día en 4 Horas de Transición (Pas)		86.400
Frecuencia Hora Valle (min)	2,5	
Trenes/Hora Valle	24	
Capacidad de Transporte por Tren (Pas/Tren)	750	
Capacidad de Transporte Hora Valle (Pas/Hora.Sentido)	18.000	
Capacidad Total de Transporte Hora Valle (Pas/Hora)	36.000	
Porcentaje de Ocupación (%)	40	
Viajes/Día en 10 Horas Valle (Pas)		144.000
Viajes/Día en 20 Horas de Servicio (Pas)		446.400
Tarifa Plana sin Subsidio Años 11 – 20 (\$)		\$ 5,00
Ingresos Diarios por Viajes Años 11 – 20 (\$)		2.232.000
Días anuales promedio		317
Ingresos Anuales por Viajes Años 11 – 20. (\$)		707.544.000

DEFINICIÓN DE LOS GASTOS DE INVERSIÓN

Generalidades

En el presente capítulo se desarrollan los gastos de inversión correspondientes a la construcción del TRAM y a la incorporación del material rodante en todo el período de evaluación.

El programa de inversiones contempla los gastos específicos de los items y componentes siguientes:

1) Infraestructura:

- Ingeniería.
- Movilización y Obradores.
- Vías y Columnas.

La ubicación de los obradores se definirá teniendo en cuenta las áreas disponibles con referencia a la etapa en desarrollo.

El valor asignado a esta tarea representa el 1,83% de la inversión total.

Debe tenerse en cuenta la posibilidad de que las instalaciones de los obradores incluyan las plantas productoras de las vigas pretensadas, de las columnas y de todos los componentes premoldeados de hormigón que forman parte del viaducto.

Las tareas correspondientes se llevarán a cabo en el año 1 y en el año 3.

- **Vías y Columnas.**

Las vías del sistema responden a las siguientes características:

- . Son elevadas en todo su trayecto.
- . Tiene un ancho máximo del viaducto de 7,20 metros.
- . El despeje vertical (altura del gálibo) es de 5,10 metros.
- . La altura máxima del viaducto más el coche es de 9,00 metros.
- . La velocidad máxima de diseño se establece en 80 Km/hora.
- . El radio de curvatura horizontal mínimo es de 25 metros.
- . El gradiente máximo es del 10%.
- . Soportará una carga vertical de 12,5 toneladas por eje.

Examinando la traza preliminar establecida, no se observan inconvenientes irresolubles para la inserción elevada del gálibo de referencia de 7,20 metros de ancho por los 5,10 metros de altura asignable al sistema.

En un primer análisis tampoco se aprecia la necesidad de expropiaciones, aunque pudiera presentarse alguna interferencia de menor cuantía a resolver.

A partir del estudio de suelos se establecerá el diseño de las bases de fundación, las que serán en lo posible, dados de fundación directa y en zonas de menor resistencia, si las hubiera, se recurrirá a la fundación indirecta con el uso de pilotes.

La construcción y el montaje de los elementos que constituyen el viaducto se desarrollarán durante los años 1 al 4.

La incidencia sobre la inversión total es 26,69 %.

- **Cambios de Vía.**

La construcción de los cambios de vía se ejecutará durante el año 1 y representa el 0,33 % de la inversión total.

- **Estaciones.**

Se trata de plataformas elevadas cuya altura está al mismo nivel que el piso de los coches, facilitando de este modo el ingreso y salida de los pasajeros, incluso discapacitados.

La longitud de estas plataformas está definida por la longitud del tren correspondiente al sistema y tiene un valor aproximado de 85 metros.

El ancho de las mismas ronda los 4,50 metros.

La ubicación de dichas plataformas estará dispuesta a ambos lados de las vías originándose andenes ascendentes y descendentes.

La cubierta de las plataformas se desarrollará en toda su longitud y con un diseño contemporáneo, acorde con la tecnología involucrada en el proyecto.

Por razones de seguridad, las estructuras de cierre de las plataformas contarán con puertas automáticas de acceso a las formaciones, en coincidencia con las puertas de acceso de los vehículos, permaneciendo cerradas mientras el pasajero espera el tren.

La altura del cerramiento estará en función del gálibo del material rodante.

Todas las superficies laterales y de cubierta incluirán áreas ampliamente vidriadas a los efectos de contar con gran luminosidad natural en las horas diurnas y también para disminuir el peso visual de la estación en el entorno urbano.

Contarán con los medios de elevación adecuados para salvar los desniveles, ya sea a través de escaleras mecánicas y de escaleras fijas equipadas con porta sillas para discapacitados.

En el lay out se incluyen las boleterías, molinetes de admisión, áreas de información, sanitarios y eventualmente, locales comerciales.

La construcción de las estaciones 1 la 14 se completará en los años 1 y 2.

La construcción de las estaciones 15 – 16 – 17 se llevará a cabo en los años 3 y 4.

El rubro estaciones representa el 4,66 % de la inversión total del proyecto.

- **Garage y Centro de Mando.**

En estos sectores se cumplirán las funciones de control diario, inspección, mantenimiento, reparación, estacionamiento, limpieza y alistamiento de las formaciones; mantenimiento de las vías, de la electrificación y de la señalización.

Incluirá la Administración y el Puesto Central de Comando.

La superficie total estimada para el desempeño de estas funciones es de 45.000 m².

Se podrá distribuir muy bien sobre un predio de 150 metros x 300 metros.

Las vías de estacionamiento se dispondrán en forma de parrilla, cuyas ramas en paralelo alojarán 2 formaciones cada una.

El área de mantenimiento de coches contará con distintas naves capaces de alojar una formación cada una y estarán destinadas a:

- Electromecánica ligera.
- Electromecánica general.
- Gomería.
- Lavadero automático.

Un taller específico concentrará el mantenimiento de vías, de la electrificación y de la señalización.

El edificio administrativo estará destinado a alojar al personal directivo, de operación y de administración.

En un lugar elevado del predio, se ubicará el Puesto Central de Comando, el que, además de incluir las facilidades de comunicaciones, de video y el panel sinóptico de operaciones, contará con ventanales de amplia visibilidad en todo su perímetro con el objeto de observar los desplazamientos y maniobras en toda el área de garaje.

El ingreso y salida de las formaciones en esta área se canalizará por medio de una vía específica y con el uso de los cambios de vía correspondientes.

La construcción se efectuará en los años 1 y 2 y será ampliado en el año 10 para atender la incorporación de nuevo material rodante.

Su incidencia en el valor total de la inversión es 10,42 %.

2) Facilidades eléctricas:

- **Estaciones Transformadoras.**

Se prevé la construcción de 8 estaciones de transformación a lo largo de la traza con más 1 para el predio de garaje y centro de mando.

Se alimentan por medio de una red principal de alta tensión y suministrarán la energía para tracción a 650 VCC y la energía para las instalaciones de baja tensión destinada a los servicios auxiliares de estaciones, garaje y vías, como así también para el servicio de señalización y comunicaciones.

Incluirán el edificio de alojamiento, interruptor de alta tensión, fusibles, protecciones, transformadores, rectificadores, disyuntores de alta velocidad, elementos de medición, detectores de falta de tierra, etc.

Estarán preparadas para la operación parcial de la línea por razones de mantenimiento u otras, por medio de un diseño operacional por secciones.

Su construcción se llevará a cabo en los años 1 – 2 – 3 – 4 y representa el 1,57 % de la inversión total de la obra.

- **Distribución de energía.**

En el área de la pista de rodadura y a lo largo de toda la vía se montarán dos perfiles conductores eléctricos que proveerán la alimentación de energía a los coches por medio de zapatas rozantes retráctiles construidas en grafito.

Debido a que la alimentación es de CC existen, un conductor que constituye el polo positivo y otro el polo negativo.

Dichos perfiles se asegurarán sobre la vía de circulación mediante el uso de los elementos de aislación y seguridad adecuados.

En los lugares en que resultare necesario se colocaran feeders en paralelo que garantizarán el mantenimiento de la tensión de alimentación.

La construcción y el montaje de los elementos que constituyen la distribución de energía, se desarrollará durante los años 1 – 2 – 3 – 4 e incidirá en un 5,85 % de la inversión total.

- **Señalización y Comunicaciones.**

El sistema opera automatizado con la supervisión de un conductor a bordo.

Este funcionamiento se consigue a partir de la conjunción de los siguientes subsistemas:

- Protección automática de tren.
- Operación automática de tren.
- Control centralizado.

La implementación de esta conjunción de subsistemas se desarrolla por medio de instalaciones y equipos a bordo de los vehículos, a lo largo de las vías y en el puesto central de comando.

Los equipos a bordo de los vehículos constituyen el conjunto denominado “Control Automático de Tren”, el cual está constituido fundamentalmente por un tablero, filtros, amplificador de recepción, unidad de interfase, bobinas de

recepción de códigos de vía, parador automático, control de propulsión y sensores de velocidad.

Los equipos montados a lo largo de la vía son procesadores para el manejo de cambios de vía, circuitos de vía para detección de trenes, equipos transmisores y bobinas de impedancia.

En el Puesto Central de Comando, los equipos instalados son procesadores, consolas de operación, terminales de video, centro de comunicaciones y paneles indicadores de la operación.

La fabricación y el montaje de los equipos correspondientes a la señalización y comunicaciones se llevará a cabo en los años 1 – 2 – 3 -4 y su incidencia en la inversión total es de 7,16 %.

3) Material Rodante:

Las características del vehículo TRAM adoptado son las siguientes:

Longitud del coche:	12,02 m
Altura del coche sobre la superficie de rodadura:	4,33 m
Ancho del coche:	2,68 m
Radio bajo carga del neumático:	0,486 m
Altura interior:	2,20 m
Peso vacío:	15.000 kg
Peso con carga:	24.000 kg
Velocidad máxima:	85 km/h
Aceleración:	1 m/seg ²
Deceleración normal:	0,8 m/seg ²
Deceleración de emergencia:	3,0 m/seg ²
Tensión de tracción:	650 V de CC
Potencia:	85 kW/motor - 340 kW/coche
Sistema de toma de corriente:	Colectoras inferiores

Suspensión neumática con nivelación automática: 8 bolsas/coche

Amortiguación hidráulica: 8 amortiguadores/coche

Sistema neumático:

Compresor de aire con drenaje de líquido, tanque general, tanques para los servicios de frenos, suspensión, control de inflado de neumáticos, circuitos y válvulas.

Sistema de frenos	
Freno de servicio:	electrodinámico + mecánico/neumático
Freno de seguridad y estacionamiento:	mecánico/neumático
Sistema de puertas	
Cantidad por coche:	6
Tipo:	dobles deslizantes
Ancho:	1,30 m
Alto:	1,94 m
Accionamiento:	eléctrico
Tipo de enganche	automático
Radio mínimo de curva	
Línea principal:	25 m
Zona de maniobras:	25 m
Pendiente máxima	12%

El costo estimado de un vehículo TRAM que responde a estas características es de \$ 2.820.000.-

La fabricación e incorporación de los vehículos para su explotación será la siguiente: 186 coches en los años 1 y 2 - 84 coches en los años 3 y 4 – 84 coches en el año 10.

La incidencia del valor del material rodante en el costo total del proyecto es del 38,84 %.

COMPOSICIÓN Y CRONOGRAMA DE LAS INVERSIONES

CONCEPTO	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 10	TOTALES	
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	%
1. INFRAESTRUCTURA							
1.1 Ingeniería	31.585.160	13.535.524	13.780.634	9.184.820	0	68.086.138	2,65
1.2 Movilización - Obradores	31.146.900	0	15.853.100	0	0	47.000.000	1,83
1.3 Vías - Columnas.	285.028.454	122.145.254	195.048.346	83.601.946	0	685.824.000	26,69
1.4 Cambios de vía.	8.460.000				0	8.460.000	0,33
1.5 Estaciones	69.090.000	29.610.000	14.805.000	6.345.000	0	119.850.000	4,66
1.6 Garage y Centro de Mando	122.585.400	81.723.600	0	0	63.562.800	267.871.800	10,42
2. FACILIDADES ELÉCTRICAS							
2.1 Estaciones Transformadoras	16.752.680	7.179.720	11.462.360	4.912.440	0	40.307.200	1,57
2.2 Distribución de energía	62.510.000	26.790.000	42.770.000	18.330.000	0	150.400.000	5,85
2.3 Señalización y comunicaciones	113.238.040	21.539.160	34.387.080	14.737.320	0	183.901.600	7,16
3.MATERIAL RODANTE	211.500.000	313.020.000	118.440.000	118.440.000	236.880.000	998.280.000	38,84
TOTAL INVERSIONES (\$)	951.896.634	615.543.258	446.546.520	255.551.526	300.442.800	2.569.980.738	
TOTAL INVERSIONES (%)	37,04	23,95	17,38	9,94	11,69		100

EL SISTEMA TRAM. DESCRIPCIÓN

Se trata de un sistema de transporte eléctrico urbano de gran flexibilidad y totalmente automatizado, compuesto por vehículos livianos que se trasladan sobre neumáticos de caucho rodando sobre vigas que constituyen además las vías de circulación, permitiendo distinta configuración de trenes (de dos a seis coches), gran velocidad y alta frecuencia.

Es un sistema indescarrilable de altísima confiabilidad y seguridad con una capacidad de transporte que supera los 36.000 pasajeros por hora y por sentido y que no interfiere con el tránsito normal de superficie.

Brinda elevadas prestaciones de confort a partir de sus unidades provistas de suspensión neumática con amortiguación hidráulica, tres amplias puertas por lado (1,30 m. cada una) y aire acondicionado.

Es amigable con el medio ambiente por no producir polución alguna ni ruido durante su funcionamiento y por permitir un montaje con muy baja conmoción urbana al utilizar estructuras livianas y premoldeadas.

Objetivos Principales

Alta Calidad de Servicio para los Usuarios

- Operación flexible, adaptada a la demanda en tiempo real.
- Puntualidad y alta velocidad comercial.
- Permite obtener intervalos entre trenes de 1 minuto (reduce tiempos de espera en estaciones).
- Potencia la conectividad con otros medios de transporte.

Protección del Medio Ambiente

- Fácil inserción de la infraestructura en la trama urbana (vigas y columnas premoldeadas y livianas, elevada capacidad de superar pendientes del 12%, bajo radio mínimo de curvatura de 25 m.).
- Consumo de energía reducido (frenado eléctrico regenerativo).
- Ruidos y vibraciones mínimos (propulsión eléctrica, rodadura neumática, suspensión neumática con amortiguación hidráulica y vigas aislantes del sonido)

Seguridad y Fiabilidad inigualables

- Vías de uso exclusivo.
- Indescarrilable.
- Intervención humana mínima durante la operación.

- Sistemas redundantes de seguridad.
- Medios para evacuación de emergencia.

Máxima Seguridad para los Viajeros

- Puertas automáticas en los andenes.
- Intercomunicación entre el Centro de Control y los coches y estaciones.
- Video vigilancia en coches y estaciones.

Operación y Mantenimiento Sencillos

- Tecnología de Control Automático
- Uso de kits de cambio rápido.
- Autodetección de fallas.

Características Fundamentales

Vías Exclusivas

El sistema utiliza vías totalmente separadas. El resultado es una independencia total respecto del tránsito normal de superficie, una alta velocidad comercial, garantía en el cumplimiento de horarios y un elevado índice de seguridad.

Automatización Completa

La automatización completa, garantiza un grado elevado de flexibilidad en los modos de la operación, los que pueden ajustarse a las necesidades del tráfico.

La automatización completa permite una gran calidad de servicio y supervisión y control continuos de la operación del sistema.

Vehículos más Livianos

En comparación con los demás sistemas de transporte guiado urbano, los vehículos son más livianos por tratarse de un desarrollo de criterio automotriz que utiliza partes standard disponibles en dicha industria, compatibilizados con los sistemas de operación propios de la industria ferroviaria.

Esto permite reducir las dimensiones y el costo de la infraestructura.

El bajo valor de su radio de curva mínimo (25 m.) y su notable capacidad para superar pendientes (12 %) otorga ventajas en cuanto a su inserción en la trama urbana, racionalizando el uso del suelo a lo largo de las trazas seleccionadas.

Vehículos con Neumáticos de Caucho

La adherencia de los neumáticos a la superficie de rodadura es superior a la de las ruedas de acero sobre los rieles ferroviarios convencionales.

Esto permite a los vehículos obtener excelentes valores de aceleración y frenado como así también superar pendientes elevadas con total seguridad.

Estas características configuran un escenario de operación en el que se consigue elevada frecuencia (intervalos de 1 minuto entre formaciones), resultando en una alta capacidad de transporte.

Los neumáticos de caucho garantizan un nivel de ruido reducido y ausencia de vibraciones.

El mantenimiento de la vía, que forma parte de la viga estructural, resulta prácticamente nulo.

Gran Disponibilidad en la Operación

Se obtiene a partir del empleo de componentes absolutamente probados y redundancia en los equipos fundamentales.

La propulsión del vehículo se obtiene por medio de cuatro motores por coche (dos motores por eje) controlados a través de unidades electrónicas de control de tracción.

Además, el modo de operación posee la flexibilidad suficiente como para atender planes de contingencia en el caso de ser necesario.

Todas las formaciones tienen capacidad suficiente como para movilizar dos de ellas a velocidad reducida, en caso de ser necesario.

El sistema permite su operación en automático, así como también en modo manual a velocidad reducida.

Seguridad Absoluta para los Viajeros

El sistema está diseñado con criterio de seguridad intrínseca, eliminando posibles colisiones entre vehículos, apertura de puertas durante la marcha, etc.

Algunas características destacadas son:

- A bordo de los vehículos:
 - Radio control del estado de los vehículos a bordo.
 - Extintores de incendio.
 - Sistema de alarma y comunicación.

Sistema de bloqueo de las puertas durante la marcha, con desbloqueo de emergencia con vehículo detenido.

Video vigilancia monitoreada desde el centro de control.

Intercomunicador bidireccional.

- En las vías:

Pasarela lateral a lo largo de la vía que permite evacuar el vehículo.

Desconexión automática de energía en caso de evacuación.

- En las Estaciones:

Seguridad mediante puertas en los andenes.

Circuito cerrado de televisión

Sistema de audio y video centralizado.

Confort

Vehículos dotados de asientos diseñados ergonómicamente y antivandalismo.

Aire acondicionado en todos los coches.

Bajo Costo de Inversión

El desarrollo de vehículos livianos con criterio estructural automotriz y criterio operativo ferroviario automático junto con el diseño de infraestructura premoldeada y liviana, configura un sistema con un costo de inversión notablemente inferior al del resto de los sistemas existentes.

Bajo Costo de Explotación

El atributo de liviandad vehicular del sistema determina un ahorro sustancial de energía con respecto a los demás sistemas equivalentes.

El diseño del sistema a partir de un criterio de aplicación de kits con autodetección de fallas reduce los costos de mantenimiento.

Como la aplicación del sistema de control se inicia desde el nivel de gerenciamiento, la seguridad intrínseca alcanza a todo el ámbito operativo.

Rentabilidad

Debido a los bajos costos de inversión y explotación que el sistema presenta, su aplicación hace factible la realización de conexiones de transporte que,

con los costos de los otros sistemas existentes para igual nivel de servicio, resultarían inviables.

El Vehículo

La característica distintiva del sistema está constituida por el diseño conjunto de la vía y el tren rodante.

La vía posee una sección transversal con la forma de un rectángulo apoyado por uno de sus lados mayores y abierto en la parte media del lado superior, que encapsula el tren rodante de todos los coches, configurando un sistema indescarrilable de seguridad intrínseca.

La Carrocería de los Coches

El interior y los exteriores de los coches han sido diseñados especialmente para esta aplicación.

El criterio de diseño ha conjugado la utilización de materiales que garantizan durabilidad y confort con la utilización de medios de producción habituales en la fabricación de carrocerías de buses.

Este criterio se justifica dado que la rodadura neumática sobre una superficie absolutamente controlada (la vía), implica solicitaciones que permiten estructuras de vehículo más esbeltas que en los sistemas ferroviarios, para igual nivel de duración y servicio.

El material estructural utilizado es el acero, mientras que los extremos y el acabado interior de los coches se realizan en poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Son resistentes al fuego y compatibles con las normas internacionales en vigencia.

La estructura resultante está diseñada para soportar la carga de compresión acorde a las normas internacionales.

Están equipadas con cabinas que poseen pupitre completo de control que incluye pantallas de visualización y elementos de acción y señalización, una butaca de características ergonómicas para personal de a bordo y puerta de acceso desde el salón de pasajeros.

Dispone de un salón para transportar pasajeros, con asientos ergonómicos y antivandalismo dispuestos sobre los laterales y de manera enfrentada y con iluminación interior de tipo fluorescente y dimensionada para obtener una intensidad luminosa de 250 lux a 1 m del piso.

El nivel de ruido interno es mínimo debido fundamentalmente a la rodadura sobre neumáticos de caucho y al diseño de la suspensión neumática con amortiguación hidráulica.

La capacidad máxima de un coche alcanza los 125 pasajeros, de manera tal que en estas condiciones, se pueden transportar hasta 750 pasajeros por formación de seis coches.

Puertas

Posee tres puertas dobles de acceso a cada lado, de 1,30 m. de ancho cada una.

Son automáticas, de accionamiento eléctrico y con automatismo de seguridad que impide el movimiento del coche si una de las puertas se mantiene abierta.

Enganches

El acoplamiento entre coches se realiza por medio de enganches que cuentan con sistemas de amortiguación para choque y tracción en las cajas de alojamiento.

Sistema de Rodadura

Está constituido por un bogie unido al bastidor del vehículo por medio de una corona con cuatro puntos de contacto de 850 mm. de diámetro.

Dicho bogie está constituido por una parte superior y una parte inferior, vinculadas entre si por cuatro bolsas de suspensión neumática y cuatro amortiguadores hidráulicos y por barras de transmisión de la fuerza.

La parte inferior del bogie soporta un truck axle compuesto de mecanismo de reducción diferencial, cañoneras, semi-ejes, platos, pinzas y discos de freno con las respectivas llantas de acero y neumáticos radiales de acero.

En la parte inferior se encuentran alojadas cuatro ruedas horizontales de contacto lateral que garantizan el copiado de la dirección impuesta por el diseño de la vía. La parte superior del bogie soporta elásticamente cuatro ruedas verticales que contactan interiormente con la parte superior de la viga, otorgando un efecto anti rolido.

Incluye un sistema de detección de desinflado en las ruedas de guía y de rodadura, las que además están equipadas con ruedas de seguridad internas que entran en funcionamiento si ocurriese un eventual desinflado de los neumáticos.

El uso de suspensión neumática garantiza una adecuada nivelación de los coches.

Propulsión

Dispone de una alimentación de 650 V de CC .

Llevan instalados dos motores de corriente alternada en la parte inferior de cada bogie, conectados al mecanismo diferencial del truck axle a través de una caja de suma y reducción con salida única del movimiento por medio de una punta de eje que se vincula al eje del piñón del diferencial vía un acoplamiento rígido.

Los motores se manejan a través de un mecanismo electrónico de control de tracción tipo IGBT - Inverter.

La potencia de cada motor es de 85 kW con un peso de 120 Kg., presentando una relación peso/potencia notablemente baja.

Por no existir colector ni escobillas la vida útil del motor aumenta considerablemente.

Frenado

El sistema de frenos es combinado, eléctrico y mecánico/neumático.

Bajo condiciones normales de funcionamiento el freno principal es eléctrico, el que actúa bajo el principio de inversión del funcionamiento de los motores de tracción, los que pasan a funcionar como generadores, devolviendo la energía obtenida a la red.

Cuando los valores de deceleración requeridos estén por encima de la capacidad de generación de los motores, comienza a operar el frenado mecánico/neumático.

Para situaciones de estacionamiento y emergencia opera el freno mecánico/neumático.

Aire Acondicionado

Cada coche dispone de una unidad de aire acondicionado alimentada por un convertidor estático.

Control Automático de Trenes

El control automático de trenes del Sistema controla los movimientos del tren, provee la seguridad y dirige la operación.

Incluye subsistemas funcionales para:

- Protección automática de tren.

- Operación automática de tren.
- Supervisión automática de tren

Garantiza una elevada disponibilidad del sistema, la seguridad total y la puntualidad.

Este sistema de control habilita la operación de la línea sin necesidad de contar con conductores de tren.

Esto no significa la no presencia de un responsable del tren en el puesto de conducción por razones de seguridad y confianza.

La protección automática y la operación automática, se instrumentan, a través de unidades de control a bordo de los coches y de instalaciones fijas a lo largo de la vía y en el Puesto Central de Comando.

Protección Automática de Tren

Las funciones de protección automática del tren responden a las unidades de control de a bordo y de instalaciones fijas.

El sistema a bordo incluye las siguientes funciones:

- Frenado de servicio para cumplir las condiciones de distancia entre formaciones.
- Frenado de emergencia cuando aparecen condiciones críticas.

Prevención de colisiones:

Está basada en un sistema de bloque móvil. La traza se divide en secciones de bloques.

El tren no puede entrar en una sección si se detecta que en ésta hay otro tren.

Se calcula una distancia segura de detención en cada bloque, tomando como referencia los valores de los casos más críticos.

Cuando la sección siguiente está desocupada, se selecciona el programa de velocidad normal.

Cuando no es así, se selecciona el programa de detención.

Cambios de vía:

El control de los cambios de vía detecta y verifica la situación del mismo.

El cambio no puede ser accionado cuando hay un tren cerca o sobre él y los trenes no pueden aproximarse al mismo a menos que esté en posición correcta.

Protección contra el exceso de velocidad:

Cuando la velocidad de un tren supera un valor de seguridad por encima del programa seleccionado, se activa el freno de emergencia.

Control de puertas de tren:

Si se detecta que en un tren en marcha hay alguna puerta que no está cerrada, se activa el freno de emergencia.

Las puertas están habilitadas para ser abiertas sólo cuando se detecta velocidad cero y posición de detención correcta.

La salida del tren de la estación solamente se habilita si están cerradas todas las puertas.

Cuando se detecta velocidad cero en una detención de emergencia, las puertas quedan liberadas para su apertura.

Detección de obstáculos en la vía:

En el frente de cada tren existe un dispositivo sensible a la presión que detecta posibles obstáculos. En caso de detección se dispara el freno de emergencia.

Operación Automática de Tren

La Operación Automática de Tren permite registrar de manera instantánea la posición, el estado de velocidad, el estado de aceleración y el tiempo de detención en estaciones de cada tren, su comparación con el programa seleccionado y la corrección de las condiciones de marcha para el cumplimiento del mismo.

Permite controlar además las comunicaciones de voz, de vídeo y la transmisión de datos.

Supervisión Automática de Tren

La Supervisión Automática de Tren ordena la salida de los trenes de la estación terminal y va controlando la frecuencia.

Los retrasos que pudieran producirse en los horarios de los trenes, se corrigen dentro de límites razonables.

También maneja el agregado y el retiro de trenes de la línea según el horario.

Puesto Central de Comando

La Supervisión se ejerce a partir del Puesto Central de Comando por parte de los operadores quienes controlan la puesta en marcha y el cierre del sistema y operan frente a imprevistos como averías o emergencias.

Los operadores actúan utilizando los equipos informáticos, de vídeo, de radiocomunicaciones, el panel sinóptico de operaciones y su consola para la supervisión de los trenes, la gestión de las estaciones y la atención del subsistema de alimentación de energía.

Infraestructura

Vías

Las vías están constituidas por vigas que poseen una sección transversal con la forma de un rectángulo apoyado por uno de sus lados mayores y abierto en la parte media del lado superior.

De este modo presentan una sección resistente que permite un óptimo aprovechamiento del material utilizado (hormigón pretensado) y, al mismo tiempo, encapsulan el tren rodante de todos los coches configurando un sistema indescarrilable de seguridad intrínseca.

Debido a que los bastidores de los vehículos se encuentran por encima del nivel superior de las vigas, el radio de curvatura mínimo admisible se independiza del largo de los coches.

Este radio de curvatura mínimo es de 25 metros, lo que facilita la inserción del sistema en la trama urbana.

La rodadura se desarrolla en forma directa por los neumáticos sobre el hormigón, permitiendo superar cómodamente pendientes del 12%.

Las vigas se instalan en general a una altura de 5,10 metros, altura establecida como necesaria por la legislación vigente. De este modo queda libre la circulación de cualquier otro medio de transporte, incluidos grandes autobuses y camiones de transporte.

El montaje de las vías elevadas se realiza sobre columnas ubicadas a intervalos de 25 metros en promedio. La distancia correspondiente a la luz entre apoyos resulta de la optimización de costos del conjunto de vigas y columnas y de una adecuada adaptación a las singularidades de la traza de implantación. El diseño de las columnas corresponde al tamaño y las características geométricas de las avenidas por las que se efectúa el trazado del sistema.

Dicho diseño permite configurar trazas de una o más vías.

El eje de las columnas puede estar centrado o desplazado con relación a las vigas.

También las vigas pueden estar soportadas por medio de pórticos.

Todas estas posibilidades facilitan la ubicación y sostenimiento de las vigas según los requerimientos urbanísticos.

El sistema permite lograr vigas y columnas livianas que pueden adecuarse perfectamente a la escala urbana debido al bajo peso de los vehículos y al diseño del sistema de rodadura.

Las vigas y las columnas son premoldeadas, construidas en fábrica y se instalan por montaje en seco sobre bases de hormigón que se encuentran a nivel de superficie.

Estas bases pueden ser, según el tipo de suelo, un bloque de fundación directa o, un bloque montado sobre pilotes.

En la parte superior de los bloques existe un alojamiento hembra en el que se instalan las columnas respectivas y, sobre las columnas se instalan las vigas.

Todo esto configura un sistema de montaje que posibilita una elevada velocidad de avance durante la instalación de la obra.

Asimismo, el sistema permite su aplicación a nivel o en túneles.

Cambio de Vía

El sistema de cambio de vía, que es de accionamiento horizontal y rápido, garantiza la continuidad del guiado durante toda la operación de cambio de vías, con lo que se contribuye a la seguridad y al mantenimiento de la velocidad no requiriendo una disminución de la misma.

Pasarela de escape

Se proyecta una pasarela de emergencia cuyo plano de circulación se encuentra un escalón por debajo del nivel de piso de los coches y que permite la rápida salida de los pasajeros en caso de una detención fuera de las estaciones. También se la utiliza para el mantenimiento de los equipos de vía.

Puertas de andén

Este equipo ofrece un grado de seguridad muy alto para los pasajeros.

Si se producen aglomeraciones, evita la eventual caída de personas por empujones; como así también el arrojarse voluntariamente.

Son puertas corredizas dobles que normalmente están cerradas. Cuando el tren se detiene en la estación, las puertas de éste quedan alineadas con las puertas del andén y ambas se abren al mismo tiempo.

Si al cerrarse la puerta hay una obstrucción, ésta volverá a abrirse automáticamente para liberar lo que ha causado la obstrucción.

Alimentación

Esta compuesta por subestaciones interconectadas con los alimentadores principales de alto voltaje de entrada y la red de alimentación exclusiva, compuesta por el subsistema de alimentación de tracción y el subsistema de alimentación de las instalaciones de baja tensión.

La subestación de alimentación de tracción incluye un interruptor de alta tensión, unidades de transformador y rectificador, y disyuntores de alta velocidad. Suministra la alimentación para tracción de los vehículos de 650 V de corriente continua.

Un diseño del sistema por secciones, hace posible la operación parcial de la línea cuando por razones de mantenimiento ó accidente, es necesario cerrar un tramo de la vía en forma temporaria. Los vehículos toman la energía a través de zapatas retráctiles, desde dos perfiles conductores ubicados dentro de la pista de rodadura.

Talleres, Depósito, Estacionamiento y Administración

En estos sectores se cumplen las funciones de control diario, inspección, mantenimiento, reparación, estacionamiento, limpieza y alistamiento de las formaciones; mantenimiento de vías, de la electrificación y de la automatización.

También incluye la Administración y el Puesto Central de Comando.

Las vías de estacionamiento se disponen en forma de parrilla, cuyas ramas en paralelo alojan las formaciones.

El área de mantenimiento de coches cuenta con distintas naves capaces de alojar una formación completa cada una y están destinadas a:

- Electromecánica Ligera
- Electromecánica General
- Gomería
- Lavadero automático

En un taller se concentra el mantenimiento de vías, de la electrificación y de la automatización.

El edificio administrativo aloja al personal directivo, de operación, de administración y jerárquico de mantenimiento.

Por encima de la planta alta del edificio se encuentra el Puesto Central de Comando el que, además de poseer todas las facilidades, equipos informáticos, de video, de radiocomunicaciones y el panel sinóptico de operaciones, cuenta con ventanales de amplia visibilidad en todo su perímetro, desde donde se observan los desplazamientos y maniobras en toda el área de depósito.

El ingreso y salida de las formaciones desde la línea al depósito y viceversa se canaliza por medio de una vía específica y con el uso de desvíos con sus correspondientes cambios de vía.

Datos Técnicos

Dimensiones del vehículo

Longitud del coche: 12,02 m

Altura del coche sobre la superficie de rodadura: 4,33 m

Ancho del coche: 2,68 m

Radio bajo carga del neumático: 0,486 m

Altura interior: 2,20 m

Peso del coche

Tara: 15.000 kg

Con carga máxima: 24.000 kg

Performance del vehículo

Velocidad máxima: 85 km/h

Aceleración: 1 m/seg²

Deceleración normal: 0,8 m/seg²

Deceleración de emergencia: 3,0 m/seg²

Alimentación eléctrica

Tensión de tracción: 650 V de CC

Sistema de propulsión

4 motores por coche 85 kW/motor - 340 kW/coche

Sistema de toma de corriente

Zapatas colectoras inferiores aplicadas sobre los rieles de alimentación.

Suspensión	
Neumática con nivelación automática:	8 bolsas/coche
Amortiguación hidráulica:	8 amortiguadores/coche
Sistema neumático	
Compresor de aire con drenaje de líquido, tanque general, tanques para los servicios de frenos, suspensión, control de inflado de neumáticos, circuitos y válvulas.	
Sistema de frenos	
Freno de servicio:	electrodinámico + mecánico/neumático
Freno de seguridad y estacionamiento:	mecánico/neumático
Sistema de puertas	
Cantidad por coche:	6
Tipo:	dobles deslizantes.
Ancho:	1,30 m
Alto:	1,94 m
Accionamiento:	eléctrico
Tipo de enganche	automático
Radio mínimo	
Línea principal:	25 m
Zona de maniobras:	25 m
Pendiente máxima	12%
Capacidad del Sistema	
Vehículo	
Pasajeros sentados:	28
Pasajeros de pie:	97
Total pasajeros por coche:	125
Capacidad máxima de pasajeros por tren de 6 coches:	750
Capacidad por sentido del sistema para frecuencia alta (intervalo entre trenes = 75 segundos)	
Formación 6 coches:	36.000 pasajeros / hora.sentido
Capacidades por sentido del sistema para frecuencia proyectada (intervalo entre trenes = 120 segundos)	
Formación 6 coches:	22.500 pasajeros / hora.sentido

CONSIDERACIONES ACERCA DE LA CONSTRUCCION DEL SISTEMA TRAM

Para el desarrollo y construcción del sistema de transporte completo se destaca la intensiva participación de la Industria Nacional en todos los rubros que constituyen el presente proyecto.

Destacamos dos grandes aspectos: el de la infraestructura de obra civil y la provisión de los vehículos.

Obra Civil

La obra civil, constituida en primer lugar por las vigas-guía y sus columnas de sostén serán ejecutadas con piezas de hormigón pretensado. Estos componentes se fabrican en plantas nacionales que producen y manejan habitualmente estas tecnologías.

Las bases para alojamiento de columnas de hormigón armado, se ejecutaran en obra, en los lugares correspondientes al trazado a implementar. Esta tecnología es de manejo habitual por empresas constructoras.

Los sistemas de cambios de vías, también se realizan con componentes de hormigón pretensado y hormigón armado.

Complementariamente, los sistemas de cambios de vía, poseen mecanismos de naturaleza electromecánica para su accionamiento. Esto componentes también son de provisión por Industria Nacional.

Los demás rubros de obra civil, como la construcción de estaciones, accesos a las mismas, locales comerciales anexos, equipamiento mobiliario y lumínico, trabajos paisajísticos, etc., se realizan con insumos y mano de obra nacionales.

Para todos los capítulos arriba citados, la Republica Argentina cuenta con empresas constructoras y de montajes industriales de primera línea y con vasta trayectoria en el ramo.

Alimentación de energía

Las líneas de alimentación eléctrica a los vehículos, que serán montadas en las vigas-guía se harán con insumos y mano de obra nacionales.

Fabricación de vehículos

En este rubro, destacamos especialmente la concepción basada en tecnología automotriz con que se proponen los vehículos para la formación de trenes de este sistema de transporte masivo.

Basado en este concepto, la fabricación de los coches será encarada con el mismo criterio tecnológico de fabricación que se utiliza en la construcción de vehículos para pasajeros.

En este campo, la industria automotriz argentina tiene una larga trayectoria y esta capacitada para proveer este tipo de productos.

Si consideramos las dos partes en que dividimos un vehículo de uso comercial, tenemos la estructura portante o chasis y el habitáculo destinado a los pasajeros o carrocería.

Con relación al chasis, si bien es específico para los vehículos del sistema propuesto, su concepción y ejecución presentan analogías con los chasis de vehículos comerciales. Estos chasis se producen localmente.

Con el mismo criterio pero con la adecuación a esta propuesta, se fabricaran los bogies para este proyecto.

Se recurrirá a los proveedores habituales de las autopartes de los actuales fabricantes de chasis nacionales, con los que se desarrollará y pondrá en fabricación este nuevo producto.

Esto implica que el uso de bastidores, ejes, componentes del sistema de suspensión, frenos, neumáticos, instalaciones eléctricas, neumáticas, etc. propios del chasis, serán provistos y fabricados con ítems de Industria Nacional.

Componentes no habituales de la industria automotriz, como por ejemplo los mecanismos de acoplamiento entre vagones, serán desarrollados y ejecutados por talleres nacionales.

Se hace una salvedad en cuanto a sistemas de motorización eléctrica, los que deberán ser abastecidos por fabricantes internacionales, que son los proveedores habituales de estos insumos.

En cuanto a las carrocerías, la Republica Argentina, cuenta con una amplia red de fabricantes de carrocerías para vehículos urbanos y vehículos de gran porte como los ómnibus de larga distancia.

La industria carrocera nacional cuenta con vasta experiencia en el ramo y está perfectamente capacitada para encarar nuevas aplicaciones como la de esta propuesta.

En este rubro no solo contamos con manufactura nacional, sino que también sus insumos lo son.

Todo lo relativo a fabricación de las estructuras de las carrocerías, sus revestimientos, componentes de plástico reforzado, superficies vidriadas, asientos, accesorios de seguridad, sistemas de aire acondicionado, iluminación, señalamiento, etc. son de provisión nacional.

Sistemas operativos de control

Este es un rubro altamente específico para estos sistemas de transporte con alto nivel de automatización, control de operación y monitoreo. Los proveedores de estos sistemas son escasos a nivel mundial y por lo tanto todos los fabricantes de sistemas de transporte recurren a ellos, debiendo ocurrir lo mismo con nuestro sistema.

CONCLUSIONES

El presente constituye un estudio a nivel de prefactibilidad, que incluye criterios de fraccionamiento de la inversión en etapas y el desarrollo de la explotación en varias fases operativas.

Por otra parte no se incluye un plan de negocios colaterales que todo proyecto de esta envergadura genera intrínsecamente y cuya incorporación evidentemente contribuiría a reducir sustancialmente la exposición de capital mediante la comercialización anticipada de la explotación de los mismos.

Es necesario señalar además, que en este estudio no se han valorizado las externalidades que corresponden a:

- Reducción de la cantidad de accidentes por la circulación en vía absolutamente exclusiva fuera del nivel de tránsito habitual, otorgando una marcha de aceleraciones y frenados suaves y sin cruces.
- Reducción de la polución (gases y sonido) por la tracción eléctrica.
- Reducción de los tiempos de viaje.
- Reducción del factor de ocupación de suelo.

La evaluación comienza con la definición de la demanda asignable a la traza, cuyos valores son:

- Fase Operativa 1 (años 3 y 4): 280.896 viajes/día.
- Fase Operativa 2 (años 5 al 10): 351.120 viajes/día.
- Fase Operativa 3 (años 11 al 20): 446.400 viajes/día.

A partir de la definición de la demanda se diseña el esquema operativo acorde a una implementación del proyecto en dos etapas, más una tercera con el objeto de cubrir el incremento demográfico de la demanda y que plantea la incorporación de material rodante con la consecuente incorporación de infraestructura en talleres, depósito y garaje, en el Año 10.

La inversión se establece en un cronograma que se ajusta a las mencionadas etapas del proyecto, distribuyéndose de la siguiente manera:

- Etapa I (años 1 y 2): \$ 1.567.439.892.-
- Etapa II (años 3 y 4): \$ 702.098.046.-
- Etapa III (año 10): \$ 300.442.800.-

La valorización de los costos operativos y de mantenimiento se ha llevado a cabo en función de las características y performance del Sistema TRAM y de la cantidad de Coches-Km que surgen del esquema operativo mencionado, arrojando los siguientes valores:

- Fase Operativa 1 (años 3 y 4): \$/año 178.500.609.-
- Fase Operativa 2 (años 5 al 10): \$/año 302.616.925.-
- Fase Operativa 3 (años 11 al 20): \$/año 379.248.110.-

Los únicos ingresos considerados, se valorizan a partir de asumir una tarifa plana media de \$3,50/viaje (sin considerar subsidios) para los años 3 y 4 y de \$5,00/viaje (sin considerar subsidios) para los años 5 al 10 y 11 al 20, por la cantidad de viajes resultantes de la aplicación del servicio a la demanda establecida. Resultan los siguientes:

- Ingresos Fase Operativa 1 (años 3 y 4): \$/año 311.654.112.-
- Ingresos Fase Operativa 2 (años 5 al 10): \$/año 556.525.200.-
- Ingresos Fase Operativa 3 (años 11 al 20): \$/año 707.544.000.-

Con el objeto de analizar el presente proyecto, se ha realizado la evaluación del mismo arrojando el siguiente resultado:

Inversión total: \$ 2.569.980.738.-

Tasa Interna de Retorno: 7,98 %

Una interpretación de estos valores dentro de parámetros actuales, permite ver que estamos en presencia de un proyecto factible con la modalidad de

inversión pública con explotación pública o bien privada, a través de una empresa o cooperativa dedicada a la gestión.

Asimismo recordemos que los valores de rentabilidad resultantes podrán ser mejorados mediante la explotación de negocios colaterales (publicidad, locales comerciales y otros).

Señalemos además que no se han valorizado las externalidades de tipo social.

Vale recordar además, que a través de los aparatos elevadores de sillas de ruedas y tener los andenes al mismo nivel que el piso de los coches, el uso del sistema resultará perfectamente posible para los discapacitados.

También se debe considerar la creación de puestos de trabajo durante la construcción y durante la explotación del proyecto.

La Región Norte del Área Metropolitana de Buenos Aires es una zona donde el transporte y su calidad están seriamente comprometidos, problema que va en aumento con el transcurso del tiempo.

La aplicación del Sistema TRAM al presente proyecto, contribuirá a mejorar la calidad de vida de los habitantes del área, desde el punto de vista del servicio.

Su realización local contribuirá también a la autoestima en lo referente a la capacidad tecnológica nacional.

EVALUACIÓN DE PROYECTO

Año	1	2
Inversión	\$ -951.896.634	\$ -615.543.258
Costo Operativo		
Ingreso		
Flujo de Fondos	\$ -951.896.634	\$ -615.543.258

3	4	5
\$ -446.546.520	\$ -255.551.526	
\$ -178.500.609	\$ -178.500.609	\$ -302.616.925
\$ 311.654.112	\$ 311.654.112	\$ 556.525.200
\$ -313.393.017	\$ -122.398.023	\$ 253.908.275

6	7	8
\$ -302.616.925	\$ -302.616.925	\$ -302.616.925
\$ 556.525.200	\$ 556.525.200	\$ 556.525.200
\$ 253.908.275	\$ 253.908.275	\$ 253.908.275

9	10	11
	\$ -300.442.800	
\$ -302.616.925	\$ -302.616.925	\$ -379.248.110
\$ 556.525.200	\$ 556.525.200	\$ 707.544.000
\$ 253.908.275	\$ -46.534.525	\$ 328.295.890

12	13	14
\$ -379.248.110	\$ -379.248.110	\$ -379.248.110
\$ 707.544.000	\$ 707.544.000	\$ 707.544.000
\$ 328.295.890	\$ 328.295.890	\$ 328.295.890

15	16	17
\$ -379.248.110	\$ -379.248.110	\$ -379.248.110
\$ 707.544.000	\$ 707.544.000	\$ 707.544.000
\$ 328.295.890	\$ 328.295.890	\$ 328.295.890

18	19	20
\$ -379.248.110	\$ -379.248.110	\$ -379.248.110
\$ 707.544.000	\$ 707.544.000	\$ 707.544.000
\$ 328.295.890	\$ 328.295.890	\$ 328.295.890

Sin Negocios Adicionales	
TIR	7,98%
VAN	\$ 261.594.375
Tasa de Dto	6,50%

TRAZA

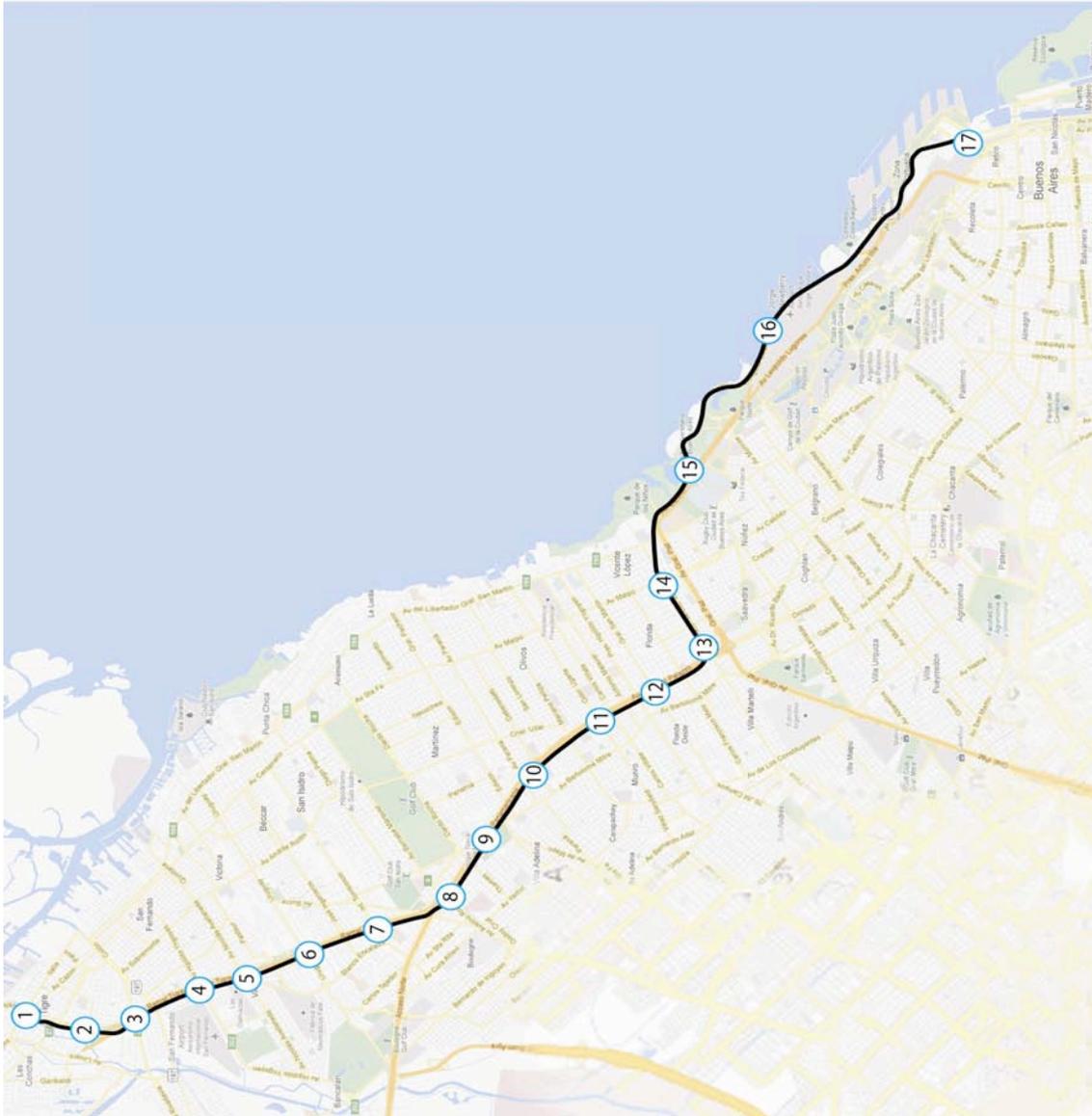
Estaciones

- 1.- Tigre.
- 2.- Montevideo
- 3.- Crisólogo Larralde.
- 4.- Hipólito Irigoyen.
- 5.- Avellaneda.
- 6.- Uruguay.
- 7.- Tomkinson.
- 8.- Márquez.
- 9.- Fondo de la Legua.
- 10.- Paraná.
- 11.- Ugarte.
- 12.- San Martín.
- 13.- Laprida.
- 14.- Maipú.
- 15.- Ciudad Universitaria.
- 16.- Aeroparque.
- 17.- Retiro.

Distancia entre estaciones

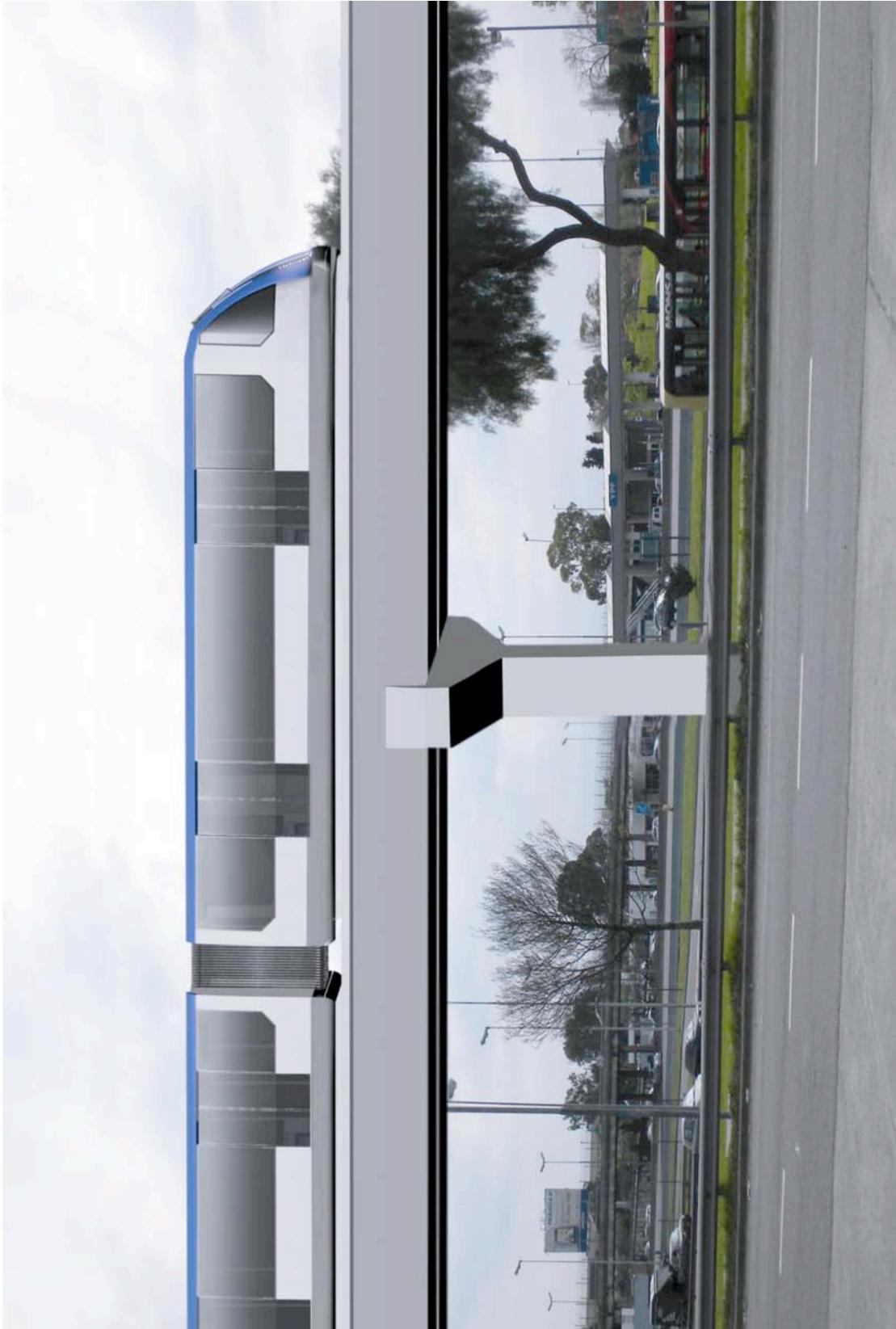
1-2	1050 m
2-3	1025 m
3-4	1540 m
4-5	940 m
5-6	1360 m
6-7	1520 m
7-8	1700 m
8-9	1530 m
9-10	1870 m
10-11	1870 m
11-12	1360 m
12-13	1600 m
13-14	1700 m
14-15	4590 m
15-16	2040 m
16-17	6290 m

Recorrido Total 31985 m



INSERCIÓN DEL SISTEMA TRAM EN LA TRAZA PROPUESTA

- Imagen 1



INSERCIÓN DEL SISTEMA TRAM EN LA TRAZA PROPUESTA

- Imagen 2

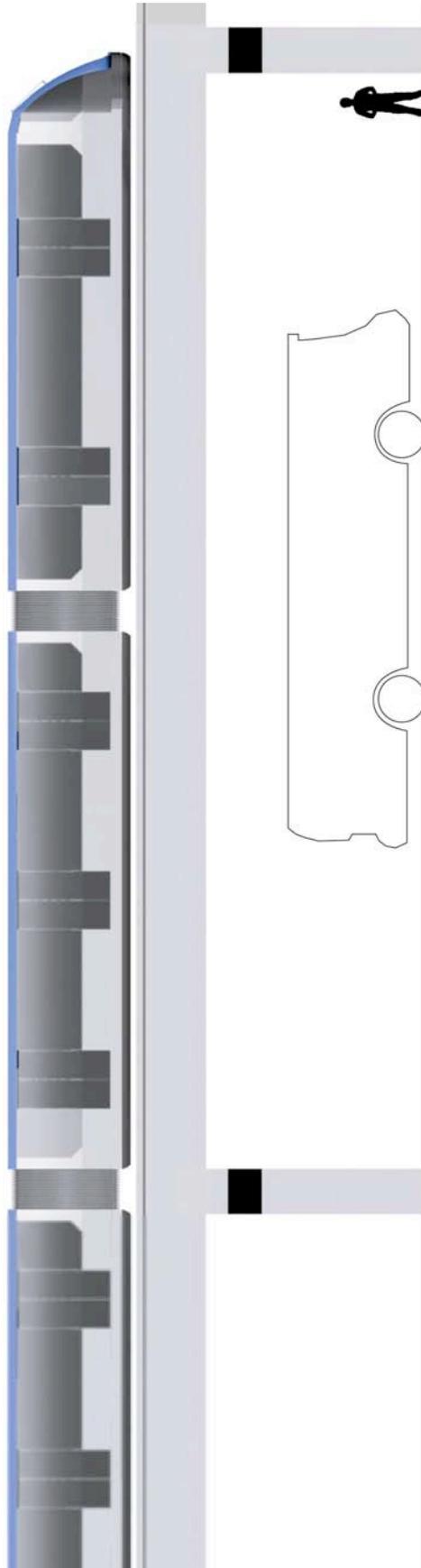


INSERCIÓN DEL SISTEMA TRAM EN LA TRAZA PROPUESTA

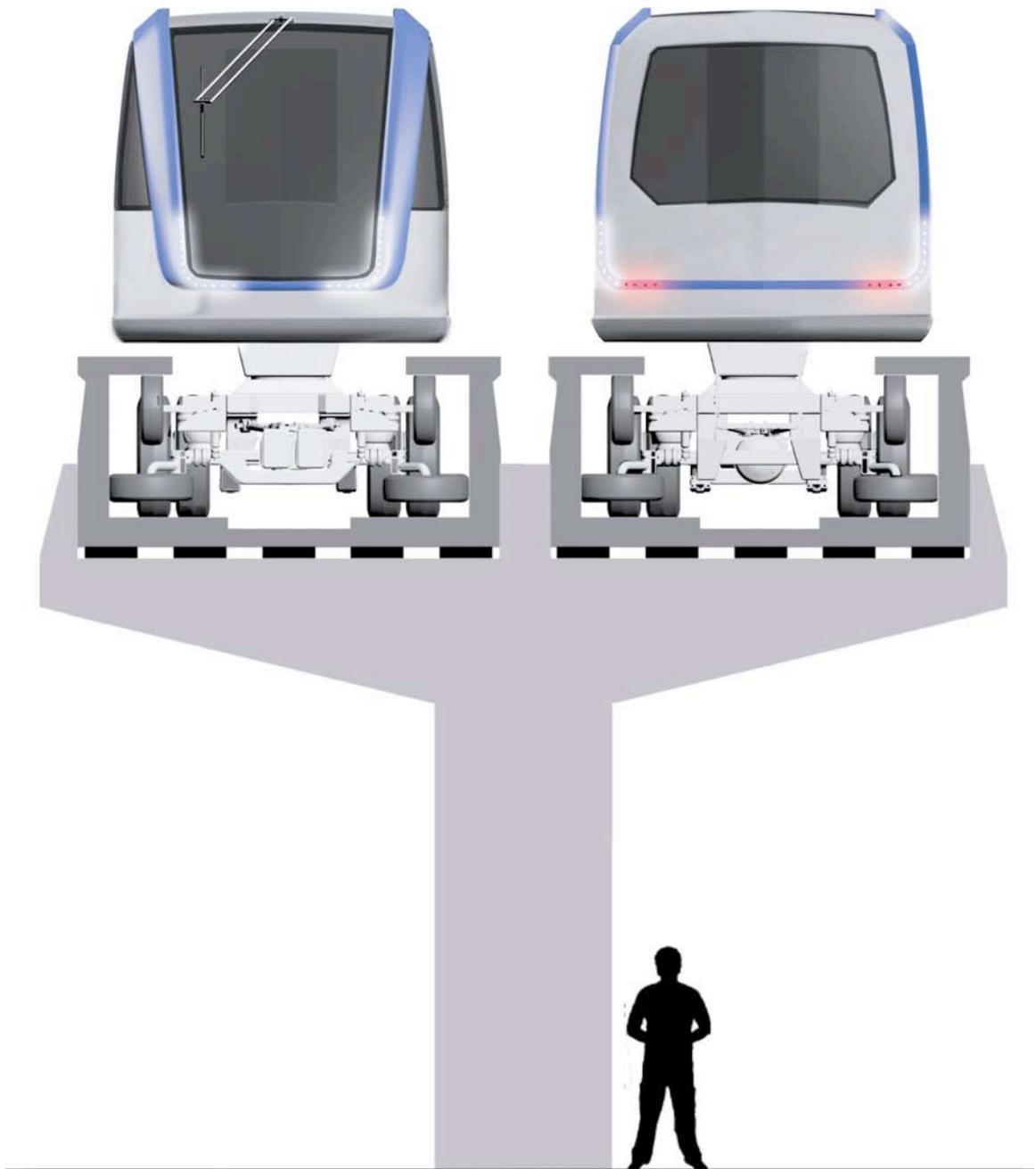
- Imagen 3



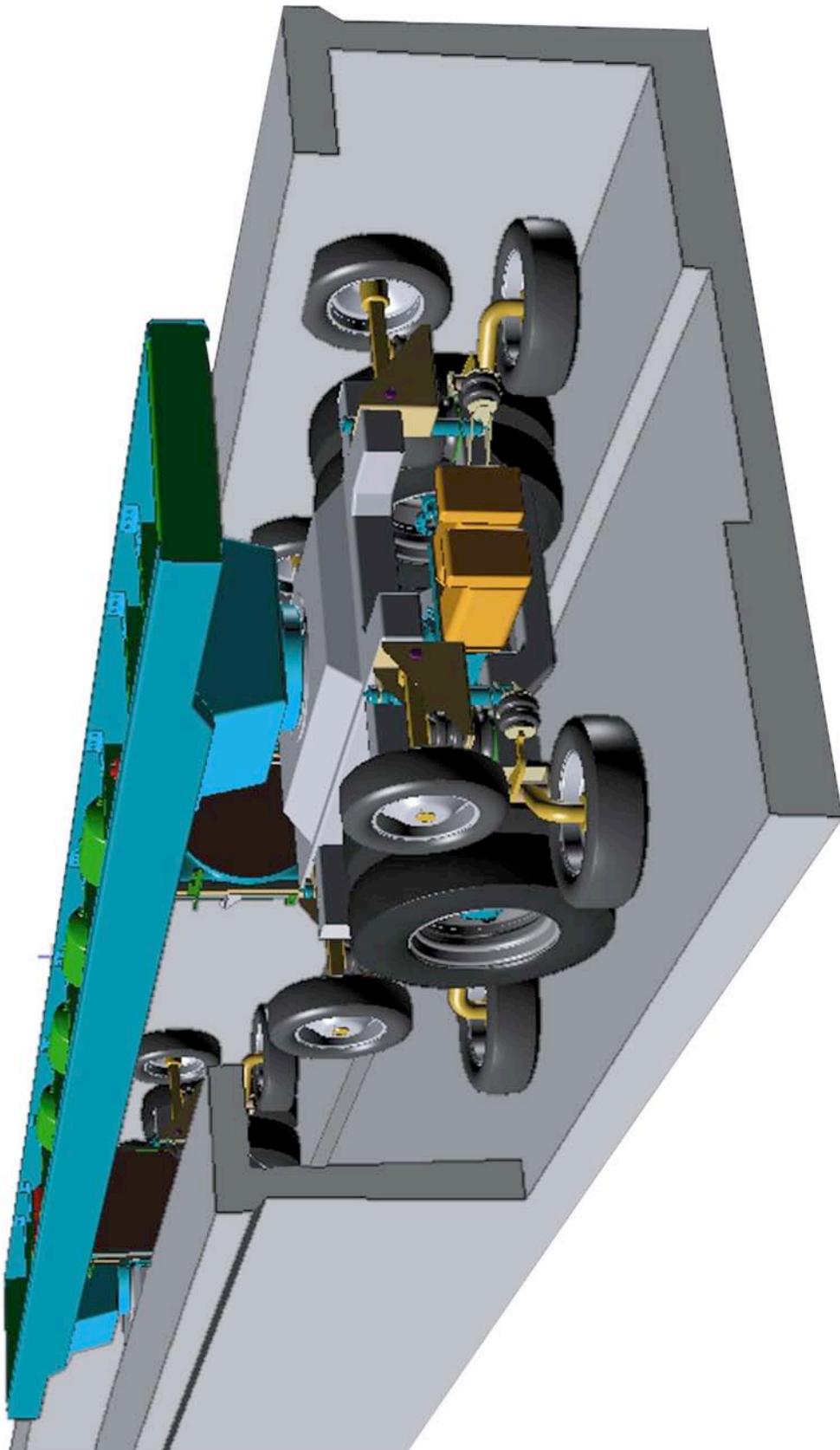
VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL



CONJUNTO VÍA-TREN RODANTE

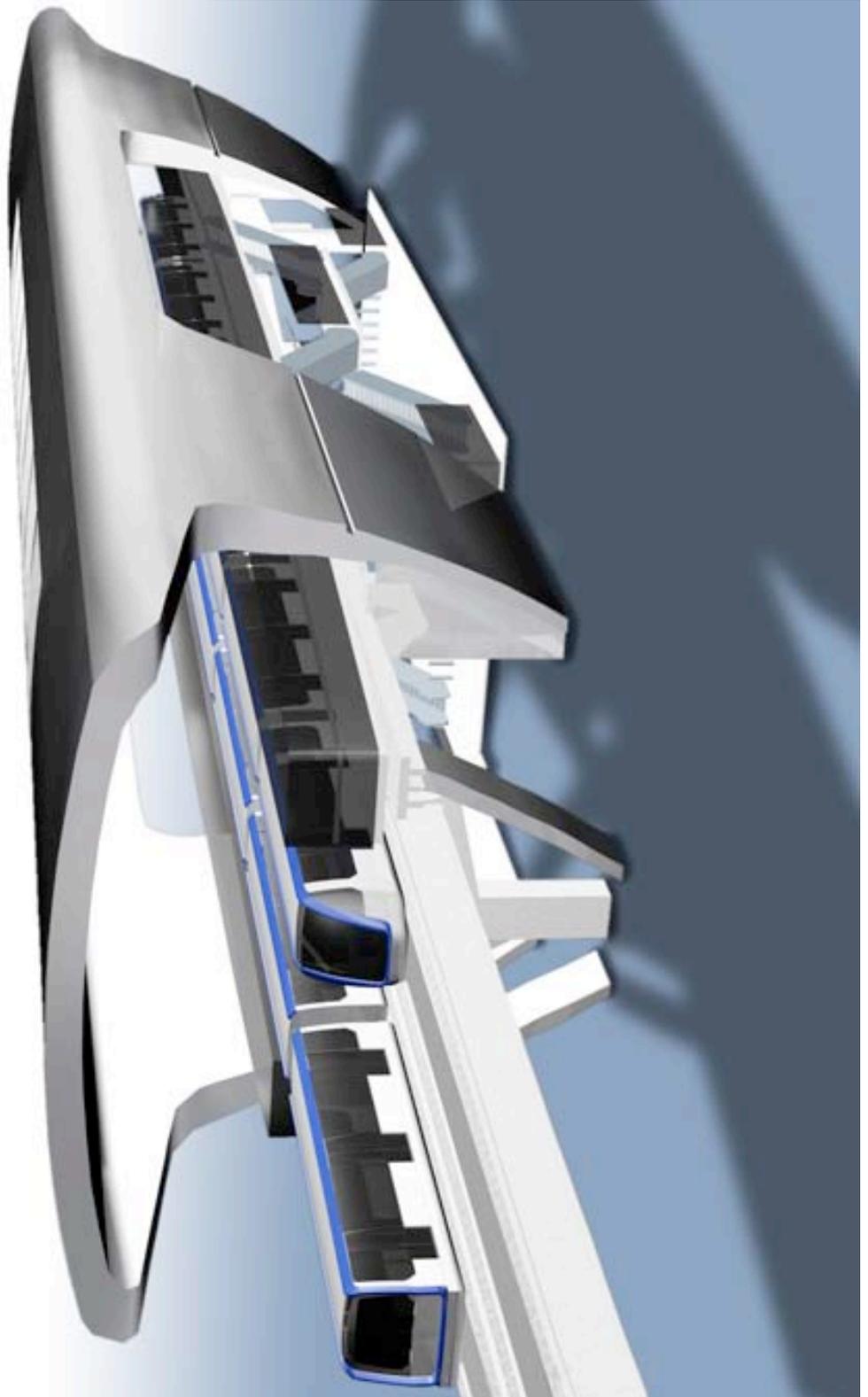


CHASIS Y BOGIES



MODELO DE ESTACIÓN

1- Vista Externa



MODELO DE ESTACIÓN

1- Vista Interna

