Tren-Tram vs. BRT

Noviembre 2026

Convertir una intervención de transporte en una transformación visible de la ciudad.

La pregunta no es qué modelo cabe.

La pregunta es **qué ciudad se quiere construir.**

TRAM d'ALACANT - RED



VIAJEROS (2024)	
LÍNEA 1	4.207.050
LÍNEA 2	8.187.254
LÍNEA 3	3.283.776
LÍNEA 4	2.372.870
LÍNEA 5	1.162.324

KILÓMETROS (2024)	
LÍNEA 1	1.120.363
LÍNEA 2	436.010
LÍNEA 3	415.815
LÍNEA 4	243.524
LÍNEA 5	192.885

CIRCULACIONES (2024)	
LÍNEA 1	48.799
LÍNEA 2	29.558
LÍNEA 3	25.309
LÍNEA 4	21.888
LÍNEA 5	13.410

Índice

1 Beneficios del Tren-Tram 4–5

Operación y servicio • Sostenibilidad e integración urbana

2 Comparativa 6–16

Capacidad • Ventajas operativas • Impacto ambiental • Comparativa general • Costos e inversión a 30 años

3 Conclusiones 17–20

Rentabilidad, capacidad y escalabilidad • Solución estratégica • Implantación del Tren-Tram / LRT • Fuentes

Operación y servicio

Capacidad

Hasta 630 pasajeros, atendiendo demandas de 9.000 pax/h con mayor eficiencia que el ómnibus

Independencia

Servicio fiable, continuo y frecuencias estables sin interferencias de tránsito

Prioridad semafórica

El Tren-Tram tiene preferencia al llegar a una intersección, aumentando la eficiencia operativa y ambiental

Velocidad

Alcanza hasta 100 km/h de velocidad punta

Eficiencia

Mayor capacidad por vehículo. Garantiza viajes de mayor confort y frecuencias mucho más eficientes

Resiliencia

Garantiza la continuidad mediante by-passes operativos ante cierres de vías

Estado Actual - Líneas TRAM D'ALACANT



Sostenibilidad e integración urbana

Descarbonización

Sistema 100 % eléctrico. Alta durabilidad, elimina emisiones y mejora la eficiencia energética

Consumo energético

Con la implementación de placas solares en talleres y cocheras se logra suplir cerca del 25 % de su consumo

Sostenibilidad

Alfombra verde y sistemas de drenaje que reducen el calor

Ciclo de vida

La infraestructura tranviaria garantiza mayor durabilidad y sostenibilidad económica a largo plazo

Accesibilidad

Entorno inclusivo con abordaje a nivel, pavimentos podotáctiles y señalización adaptada

Complementariedad

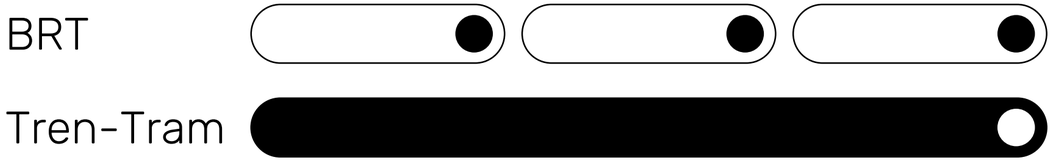
El sistema Tren-Tram se integra y complementa con los elementos del Sistema de Transporte Metropolitano

Capacidad de pasajeros



Con el doble de espacio, casi triplica la capacidad del BRT

Costo operativo



El BRT necesita 3 veces más vehículos y operarios para igualar la capacidad

Transformación

BRT y Tren-Tram pueden mover pasajeros.
Solo el Tren-Tram puede reordenar la ciudad

TRAM d’ALACANT







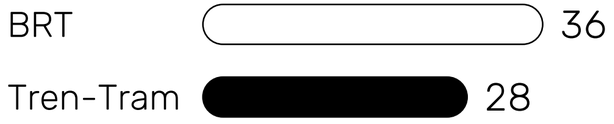


22 %–26 % menos vehículos

Con la misma demanda, Tren-Tram mueve lo mismo con menos vehículos.

18 de Julio

6000 pax/h



–22 % movimientos

8 Octubre - Cno. Maldonado

4300 pax/h



–26 % movimientos

Av. Italia - Giannattasio

2500 pax/h



–22 % movimientos

Mismo corredor, misma demanda, menos unidades sobre la calle

Margen estratégico

Precisamente donde el entramado urbano es más sensible: 18 de Julio, Centro y Ciudad Vieja.

Esta ventaja supone:

- Menos eventos por hora en intersecciones y paradas
- Menor presión semafórica en el tramo más delicado
- Menor saturación de andenes, accesos y plataforma vial

Impacto ambiental del BRT

Entorno

El BRT incrementa y acelera la degradación del pavimento debido a su elevado peso.

Residuos

El BRT genera gran cantidad de residuos en el mantenimiento y en el recambio de neumáticos

Final de ciclo de vida

Tras menos de 12 años de servicio, la flota del BRT requiere la gestión de toneladas de baterías.

Sin embargo:

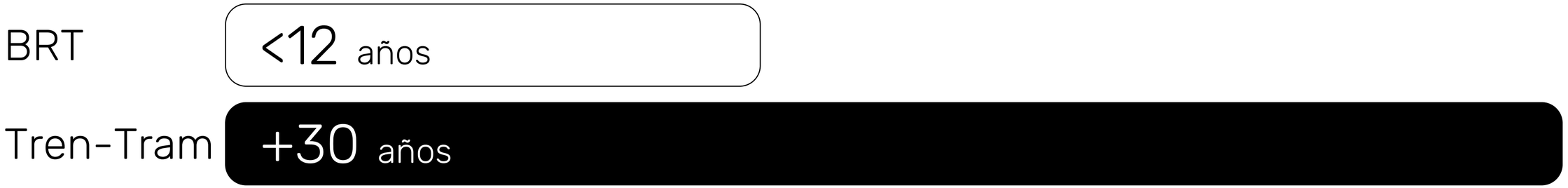
El Tren-Tram no degrada el pavimento

El Tren-Tram no necesita neumáticos

El Tren-Tram no usa baterías

Ciclo de vida de vehículos y baterías

Vehículos



Baterías



Preferencia y captación de usuarios

75 %

Preferencia

Ante igualdad de tiempo de viaje, costo y frecuencia, existe una preferencia del 75 % por el tranvía frente al ómnibus [1]

−20 %

Percepción del tiempo

Los usuarios perciben el tiempo de espera y viaje en tranvía como un 20 % menos "pesado" que en ómnibus [2]

+80 %

Captación de usuarios

Tras un cambio en corredores similares en la misma ciudad, el Tranvía aumentó un 80 % y el BRT solo un 12 % [3]

20 %

Cambio modal

Tras la implementación del tranvía, un 20 % de los nuevos usuarios habían sido conductores habituales de automóvil. [4]

Valor inmobiliario del entorno

+9,6 %

Revalorización

La presencia del Tranvía aumenta el valor de las viviendas cercanas [5]

−8 %

Devaluación por BRT

Se ha demostrado que la presencia del BRT puede llegar a devaluar zonas residenciales [6]

TRAM d'ALACANT





Comparar solo CAPEX es una comparación incompleta

Obra inicial

CAPEX

Infraestructura y flota inicial

Operación

OPEX

Operación, conductores y mantenimiento

Reposición

REPEX

Reposición de flota y baterías, rehabilitación de firme

Factores: BRT

Más unidades, más renovación de flota, más presión sobre pavimento y estaciones

Factores: Tren-Tram

Mayor inversión inicial, pero activos más estables y menor intensidad vehicular

Conclusión correcta: hay que comparar ciclo de vida, no solo barrera de entrada

Inversión a 30 años

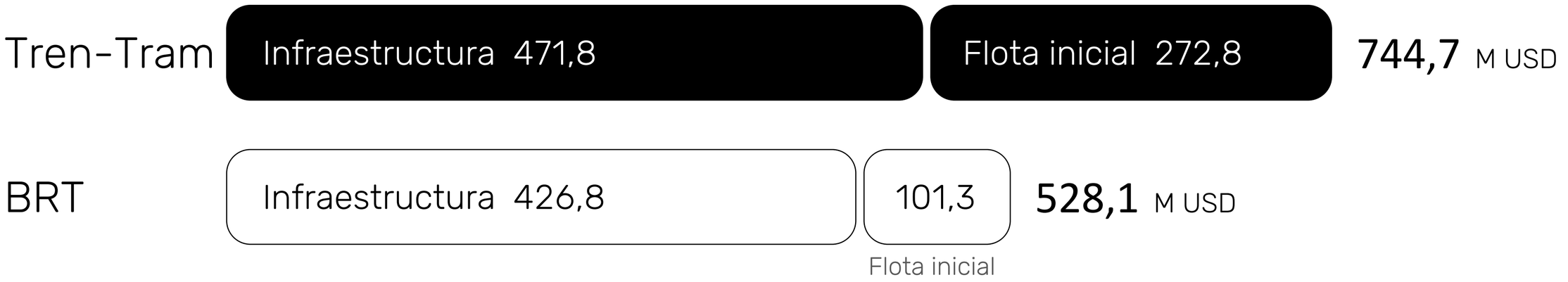
Importes en USD

Tren-Tram vs. BRT a 30 años	Tren-Tram	BRT	Diferencia
Inversión inicial (CAPEX)	**744.675.719**	**528.118.804**	**+216.556.915**
Infraestructura	471.843.719	426.781.204	+45.062.515
Flota inicial	272.832.000	101.337.600	+171.494.400
Operación y mantenimiento (OPEX)	**877.969.116**	**853.703.161**	**+24.265.955**
Operación sin conductores	525.000.000	525.000.000	0
Conductores	75.000.000	150.000.000	−75.000.000
Mantenimiento de flota (50 %)	136.416.000	50.668.800	+85.747.200
Mantenimiento de infraestructura (1 %)	141.553.116	128.034.361	+13.518.755
Reposición (REPEX)	**—**	**521.575.200**	**−521.575.200**
Reposición de flota	—	202.675.200	−202.675.200
Reposición de baterías	—	144.000.000	−144.000.000
Rehabilitación de firme (1 M USD/km cada 5 años)	—	174.900.000	−174.900.000
TOTAL	**1.622.644.835**	**1.903.397.166**	**−280.752.331**

Diferencia = Tren-Tram − BRT. Los parciales pueden diferir en 1 USD del total por redondeo.

Inversión inicial (CAPEX)

El Tren-Tram exige 216,6 M USD más de inversión inicial que el BRT (+41 %)



+216,6 M USD

Inversión inicial adicional

Tren-Tram 744,7 frente a BRT 528,1 M USD: +41 %

+45,1 M USD

Infraestructura

Diferencia moderada: +10,6 % sobre la del BRT

+171,5 M USD

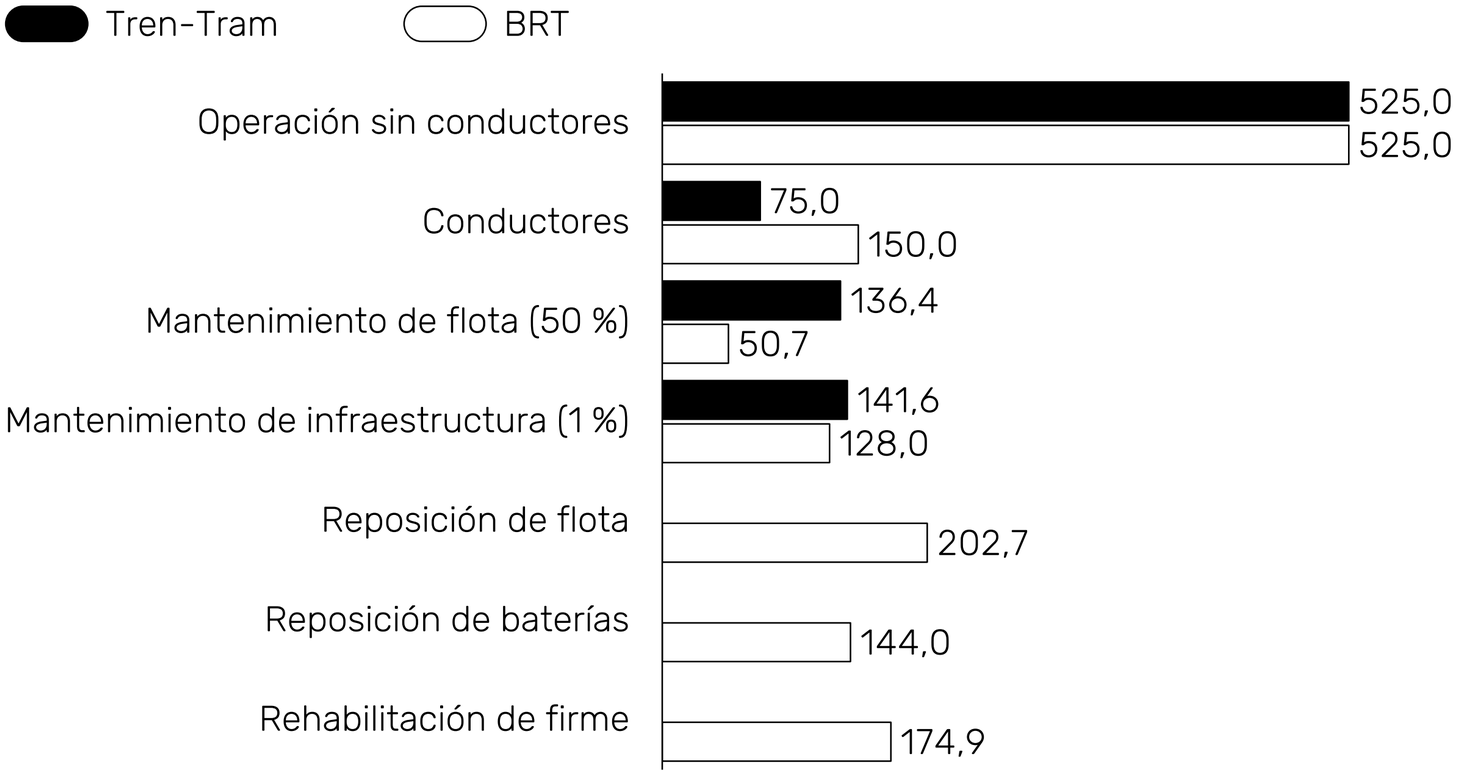
Flota inicial

2,7 veces la del BRT; concentra el 79 % de la diferencia inicial

Fuente: tabla de inversión a 30 años (diapositiva 13). Importes en millones de USD (M USD).

Costos recurrentes a 30 años

En operación, mantenimiento y reposición el BRT acumula 497,3 M USD más



Total recurrente a 30 años

878,0 M USD
Tren-Tram

1.375,3 M USD
BRT

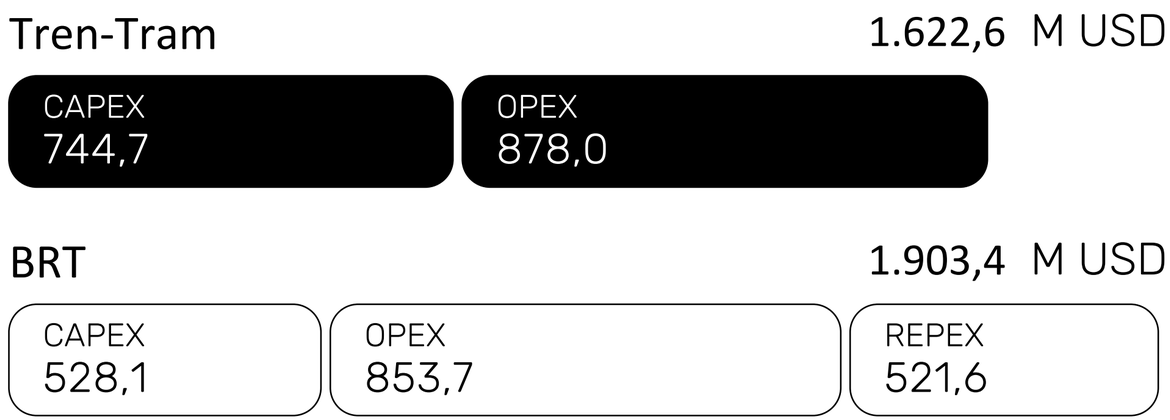
521,6 M USD solo en el BRT
Reposición de flota, baterías y rehabilitación de firme no existen en el Tren-Tram

Fuente: tabla de inversión a 30 años (diapositiva 13). Importes en millones de USD (M USD).

Balance a 30 años

−280,8 M USD

El Tren-Tram cuesta un 14,8 % menos que el BRT en el ciclo completo de 30 años



Operación y mantenimiento cuestan casi lo mismo (878,0 frente a 853,7 M USD). La diferencia está en los 521,6 M USD de reposición que solo exige el BRT.

+216,6 M USD
Inversión inicial adicional

\+ **−497,3** M USD
Costos recurrentes a 30 años

= **−280,8** M USD
Balance a favor del Tren-Tram

Cada USD adicional de inversión inicial evita 2,3 USD de costos recurrentes.

Fuente: tabla de inversión a 30 años (diapositiva 13). Importes en millones de USD (M USD).

Rentabilidad, capacidad y escalabilidad

Rentabilidad

En comparaciones a medio plazo, el Tren-Tram se impone sobre el BRT por varias razones:

- Vida útil más larga del material rodante
- Menor cantidad de conductores por pasajero transportado
- Infraestructura más duradera
- Evita el mantenimiento intensivo del corredor BRT sometido a alto desgaste del pavimento.

Balance a 30 años: 280,8 M USD a favor del Tren-Tram (–14,8 %)

Capacidad operativa

El Tren-Tram garantiza estabilidad total ante picos de demanda gracias a su gran capacidad. En cambio, el BRT incluso soterrado se degrada bajo estrés operativo.

Escalabilidad y gestión

La tecnología tranviaria permite absorber eficazmente la demanda en alza, sin saturar la superficie ni depender de túneles complejos y costosos.

Solución estratégica

El modo correcto para el eje estructurante no es un BRT pesado apoyado en un túnel costoso, sino un Tren-Tram de alta calidad, concebido como columna vertebral del sistema, complementado por BRT y ómnibus.

Tren-Tram

Corredor principal

Debe resolver el corredor principal de gran importancia.

BRT y ómnibus

Capilaridad y alimentación

Resuelven la capilaridad, las conexiones secundarias y la alimentación eficiente. El BRT no desaparece en esta estrategia: cumple un rol alimentador, transversal y complementario, donde puede rendir mejor.

Este esquema maximiza calidad, resiliencia operativa y eficiencia económica.

Montevideo debe evaluar el Tren-Tram como infraestructura estructurante de ciudad y no solo como tecnología de transporte

1

La comparación justa debe hacerse a 30 años y con igualdad de detalle técnico

2

Elegir bien el corredor principal es una decisión de competitividad urbana, no únicamente de ingeniería vial

3

El corredor principal necesita una solución que mueva mucha demanda, ordene la red y recupere calidad urbana al mismo tiempo

4

El Tren-Tram compite en categorías como regularidad, legibilidad, confort y capacidad de atraer viajes desde el automóvil

Fuentes

[1] Scherer, M., & Dziekan, K. (2012). *"Bus or Rail: An Approach to Explain the Psychological Rail Factor"*. Journal of Public Transportation, Vol. 15, No. 1. — Diapositiva 10

[2] Ben-Akiva, M., & Morikawa, T. (2002). *"Comparing ridership attraction of rail and bus"*. Transport Policy. — Diapositiva 10

[3] Metropolitan Council of Minneapolis-St. Paul (2014-2016). *"Annual Ridership Reports"* y el análisis de Fan, Y., et al. (2016) de la University of Minnesota. — Diapositiva 10

[4] Knowles, R. D. (2007). *"Impacts on travel behaviour of Greater Manchester's light rail investment"*. Transport Policy. — Diapositiva 10

[5] Hamidi, S., et al. (2022). *A meta-analysis of the impact of rail stations on property values*. Transportation Research Part A: Policy and Practice. — Diapositiva 11

[6] Stokenberga, A. (2014). *The land value impacts of Bus Rapid Transit*. Journal of Transport and Land Use / Bocarejo, J. P. (2013). — Diapositiva 11

Comparativa económica. Las diapositivas 14 a 16 agrupan y comparan las partidas de la tabla de inversión a 30 años (diapositiva 13) sin incorporar datos adicionales. CAPEX: inversión inicial. OPEX: operación y mantenimiento. REPEX: reposición.