ELECTRIFICACIÓN DE LA LÍNEA FFCC SAN MARTÍN

Sofía Pereira, Carlos Frutos, Leonel Temer

Maestría en Planificación y Gestión de Transporte (UBA)

sofiapereira_94@hotmail.com, carlosfrutos84@hotmail.com, temer18@gmail.com

Introducción

Los grandes proyectos de transporte público generan impactos no sólo en la movilidad, sino también en una serie de aspectos sociales, urbanos y ambientales que es oportuno analizar.

El proyecto de electrificación del FFCC se enmarca dentro de esta clasificación de grandes proyectos, con altos valores de inversión y provocando un abanico de oportunidades de desarrollo en diferentes campos de actividad.

En el presente artículo se recopilarán los antecedentes de la FFCC que condujeron al desarrollo del proyecto de electrificación, la situación actual y los detalles propios del emprendimiento.

Se procurará estudiar los elementos más destacados que conduzcan a un análisis global del proyecto, que permita ver no sólo los beneficios asociados a la mejora de la movilidad que un proyecto de transporte público indiscutiblemente genera.

Este proyecto se enmarca en un contexto en el que la tracción diésel y eléctrica de los ferrocarriles metropolitanos se distribuyen de forma similar. En cuanto a la modalidad de tracción, hoy las líneas ferroviarias metropolitanas de pasajeros se distribuyen de la siguiente forma:

Tracción Diésel:

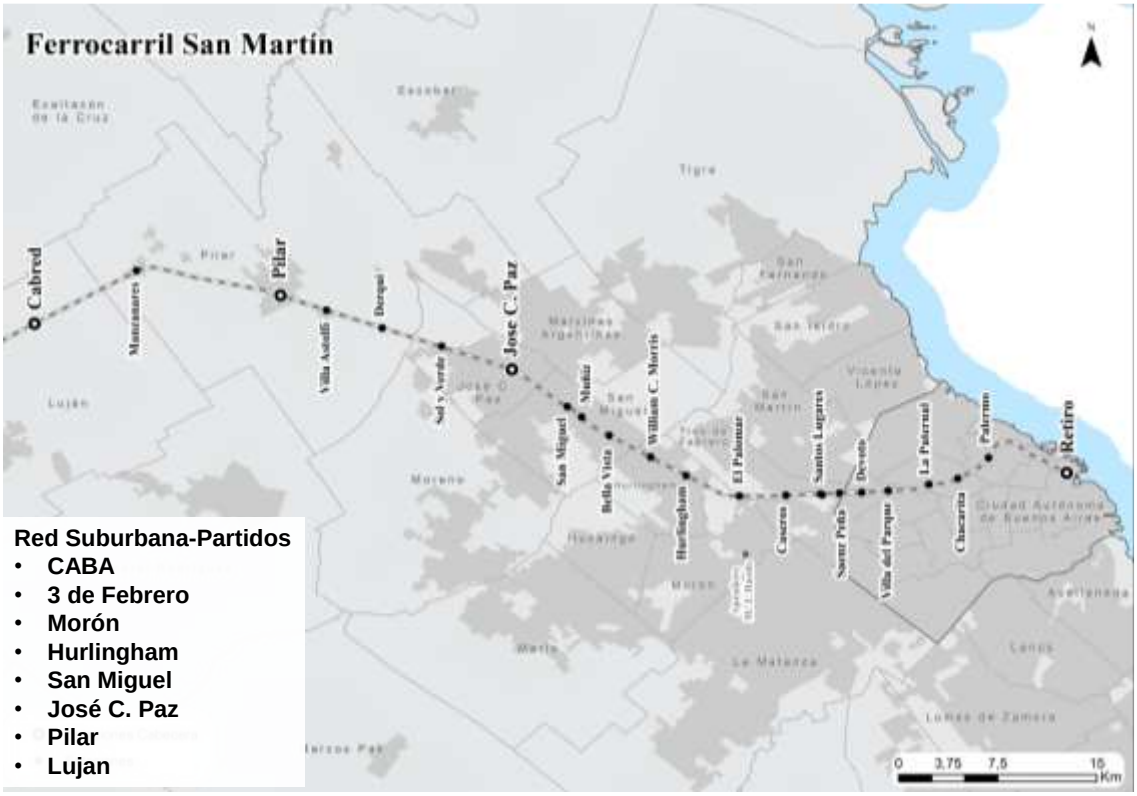
FFCC San Martín, Roca (Temperley-Haedo), Belgrano Norte y Belgrano Sur

Tracción Eléctrica:

FFCC Sarmiento, Urquiza, Mitre, Roca, Tren de la Costa

La línea del FFCC San Martín se desarrolla desde su cabecera en Retiro hasta el partido de Luján, tal como se puede ver en la Figura 1:

Figura 1. Zona de Estudio.



Fuente: Elaboración propia.

La tracción eléctrica conlleva un desarrollo de tecnología más avanzado que la propia de la tracción diésel, con desarrollos más innovadores en términos de consumo, eficiencia, confort y sostenibilidad.

Es indiscutido y reconocido el volumen de beneficios generados en materia de reducción de impactos en el medio ambiente, dado principalmente por la menor generación de ruidos y la no emisión de gases contaminantes. Además, los sistemas aplicados en la tracción eléctrica ofrecen mayores niveles de seguridad.

Cabe preguntar entonces qué implica el proyecto de electrificación de la línea del ferrocarril San Martín. El proyecto de electrificación es, de acuerdo a lo que se verá en el presente trabajo, un proyecto de transporte integral, que estudia aspectos de transporte urbano y de movilidad en un conjunto.

El proyecto está pensado no sólo para resolver cuestiones propias de la línea del FFCC San Martín y mejorar su servicio sino también para establecer las bases para la concreción de proyectos de transporte globales (caso de la integración con la red de Expresos Regionales, en adelante "RER"), que se encuentren en consonancia con los objetivos generales que expone el Plan Director de Transporte (PDT) de la Agencia de Transporte Metropolitano (ATM).

En consecuencia, tendrá efectos en las dimensiones vinculadas al transporte público propiamente, al desarrollo urbano, y a la accesibilidad y conectividad del sistema de transporte regional.

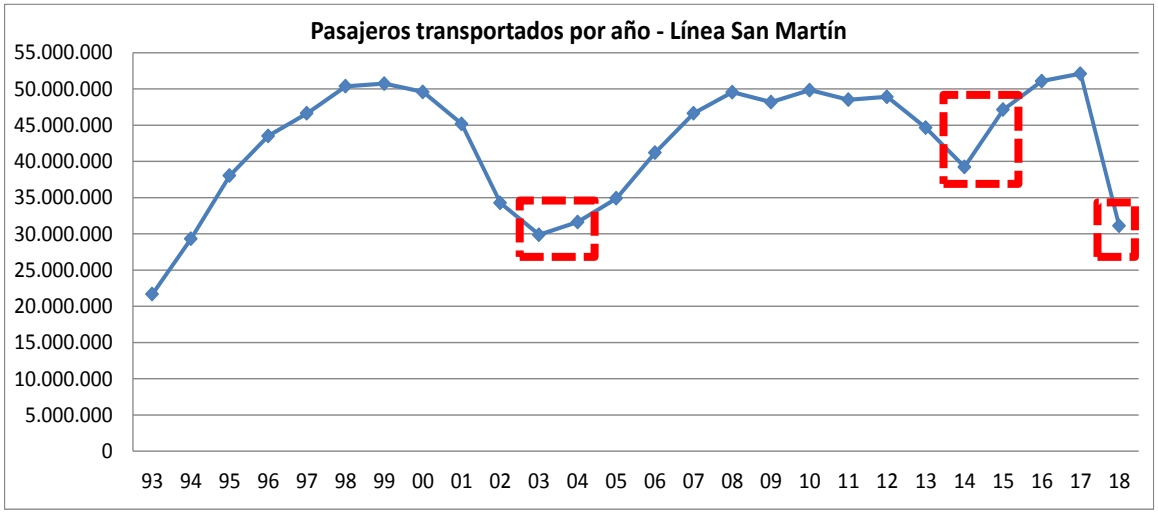
Estos aspectos se desarrollarán en los siguientes apartados del artículo.

Antecedentes

Antes de comenzar a describir el proyecto de electrificación del ferrocarril San Martín, es importante comentar los antecedentes de la línea, en cuanto a volúmenes de pasajeros, obras realizadas o calidad del servicio.

Si se analizan los últimos 25 años de dicho ferrocarril, se observan diferentes comportamientos en cuanto a la cantidad de pasajeros transportados por año, con algunos hitos relevantes que serán mencionados (Gráfico 1)

Gráfico 1. Pasajeros transportados (1993-2018).



Fuente: CNRT / Elaboración propia.

Desde 1993 hasta 1999 se registró un incremento paulatino de aproximadamente 30 millones de pasajeros, con un pico máximo para este período (50 millones) registrado en el último año. Luego, hasta 2003, debido a la crisis económica del país, se produjo una caída de este valor, en una cantidad aproximada de 20 millones de pasajeros.

A partir de entonces, los valores se mantuvieron crecientes y estables hasta el año 2014, año en que se produjeron obras de renovación de estaciones y material rodante, lo cual produjo nuevamente una caída en la cantidad transportada anualmente.

En el siguiente cuadro resumen se pueden observar los hitos más significativos concernientes a la gestión y operación del Ferrocarril San Martín que pueden explicar los “valles” en la curva de la totalidad de los pasajeros transportados (Tabla 1)

Tabla 1. Hitos (1993-2018) FFCC San Martín.

1994	2002	2004	2005	2014	2015
Transportes Metropolitanos Gral. San Martín S.A. asume el 01/04/1994 la concesión de la línea San Martín (Decreto Nº 479 del 28/03/1994)	Se dictó el Decreto 2075/2002 de Emergencia Ferroviaria, que declaró en estado de emergencia el sistema público de transporte ferroviario de pasajeros del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA). El Estado Nacional debía asegurar a través de subsidios los ingresos de los concesionarios, se bajó la cantidad mínima de servicios a prestar, se congelaron las tarifas y se quitaron incentivos.	Rescisión del Contrato de Concesión de Transportes Metropolitanos Gral. San Martín S.A. (Decreto Nº 798 del 23/06/2004)	El 07/01/2005 la Unidad de Gestión Operativa de Emergencia Ferroviaria (UGOFE S.A.) toma la operación de la línea.	El 10/02/2014 se entrega en concesión a la empresa Corredores Ferroviarios S.A. (Resolución MIT Nº 41/2014)	Por Resolución MIT Nº 171/2015 se instruye a SOFSE a rescindir el contrato de Corredores Ferroviarios S.A. entre otros. SOFSE asume la operación de la línea el 02/03/2015.

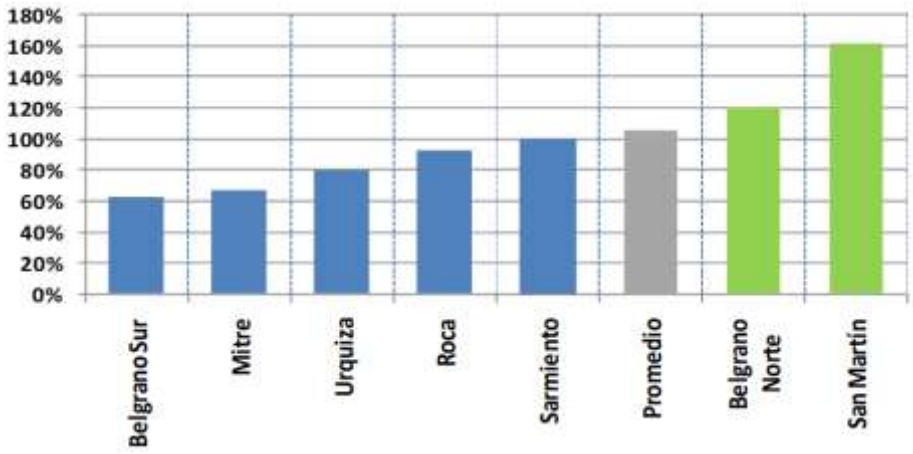
Fuente: CNRT.

Las obras de renovación de estaciones y material rodante contribuyeron a que se produzca el mayor pico registrado en los 25 años analizados (en el año 2017, más de 50 millones de pasajeros). Por último, en el año 2018, se produjo nuevamente un importante descenso debido a la suspensión parcial del servicio (es decir, no completaba el recorrido entre cabeceras) por la construcción del viaducto.

En cuanto a la relación entre la cantidad de pasajeros y la cantidad de asientos disponibles, en comparación con el resto de los trenes existentes, es la línea que en los últimos años se ha encontrado en peor situación.

Los datos del 2014 indican que, como muestra el siguiente cuadro, superaba en un 60% la cantidad de pasajeros transportados sobre la cantidad de asientos disponibles (Gráfico 2)

Gráfico 2. Cantidad de pasajeros vs Cantidad de asientos disponibles.



Fuente: Ministerio de Transporte.

Esto indica que la calidad y el confort del viaje son bajos. Esta situación justifica la imposibilidad de crecer en número de pasajeros transportados durante tanto tiempo, como se mencionaba anteriormente, por ejemplo, entre los años 2007 y 2013.

Tal como se aludía al comienzo de este trabajo, el proyecto de electrificación es entendido como un proyecto integral, que no solo se trata de resolver cuestiones propias de la línea del ferrocarril San Martin, sino que también se enmarca dentro de un proyecto integral de transporte: el proyecto RER. Es así que algunas de las obras complementarias que se

estuvieron llevando a cabo (y aún continúan) han respondido a este proyecto de planificación integral: por ejemplo, la construcción del viaducto entre La Paternal y Palermo, la eliminación de diferentes pasos a nivel; mejoramientos de la superestructura, en las vías y en aparatos de vías.

Los proyectos diseñados se basaron en los pilares del Plan Quinquenal Director de Transporte de la Agencia de Transporte Metropolitano (ATM), donde mediante un convenio entre los gobiernos la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, de la Provincia de Buenos Aires y de la Nación, se planteó como objetivo realizar en los servicios de ferroviarios nuevas conectividades entre el área central regional y diferentes subcentros; y el Plan Urbano Ambiental (PUA) de la Ciudad de Buenos Aires, que trata de, mediante distintos postulados, disposiciones y lineamientos estratégicos, ajustar la normativa urbanística y las obras públicas, a propuestas vinculadas a mejorar el transporte y la movilidad.

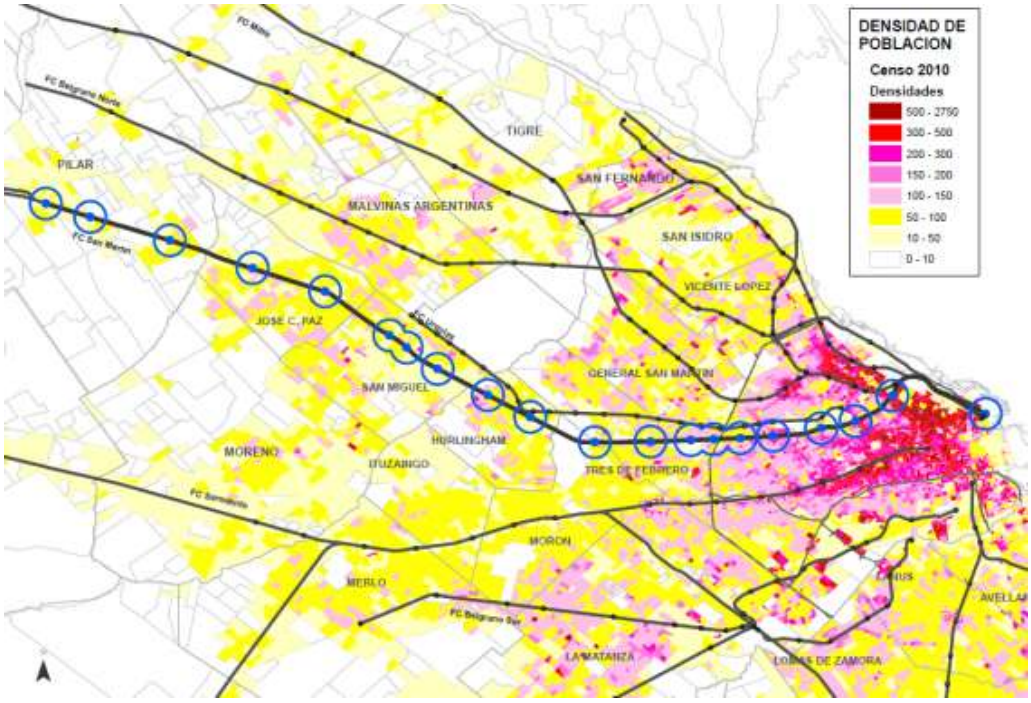
Características Actuales[1]

La línea San Martín se compone de un solo ramal que recorre la zona noroeste de la Región Metropolitana de Buenos Aires, uniendo las cabeceras Retiro-Pilar, en servicios regulares diarios, y Retiro-Cabred, en servicios especiales. En total recorre 72 km (56 entre Retiro y Pilar) y atraviesa los partidos de 3 de Febrero, Morón, Hurlingham, José C. Paz, San Miguel y Pilar, además de CABA; y mediante la extensión a Cabred, se suma el partido de Luján.

La zona de cobertura (o su zona de influencia) posee una densidad de población que varía desde una cabecera a otra. En el tramo que recorre la ciudad de Buenos Aires, la densidad es alta o muy alta, oscila entre los 200 y 2.750 habitantes por ha². A medida que el recorrido se extiende hacia la periferia de la RMBA, la densidad disminuye y varía entre los 10 y 150 habitantes por ha², con algunos picos de hasta 200 habitantes por ha². Los círculos azules de la siguiente imagen muestran las zonas de cobertura para cada una de las estaciones con un radio de 1.000 metros (Figura 2)

[1] En este apartado se hacen referencia al marco operativo y a las características generales, para el año 2017. La información demográfica corresponde a los datos del censo del año 2010.

Figura 2. Densidad poblacional.



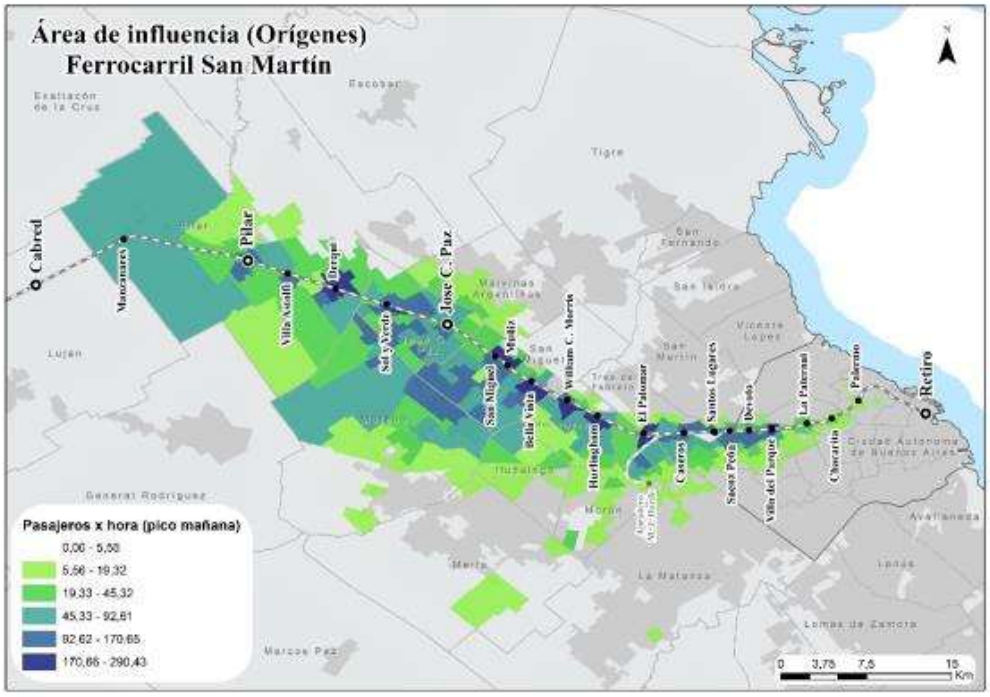
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al servicio, la línea se compone de 21 formaciones que operan con un intervalo de 14 minutos promedio, despachando un total de 93 trenes por día hábil. Su regularidad absoluta (es decir, trenes puntuales/ trenes programados) es del 81% y la regularidad relativa (trenes puntuales/ trenes corridos) es del 85%.

La línea transporta anualmente 50 millones de pasajeros[2], y aproximadamente 18.000 pasajeros por hora pico (según valores para modelar). Como se puede observar en los siguientes mapas, el área de influencia de la línea es muy abarcativa hacia "el sur" de la misma, sentido Cabred-Retiro. En el caso contrario (sentido Retiro-Cabred), el área de influencia varía; se encuentra concentrada en Retiro, y se entrecorta en el resto de la línea. (Figuras 3 y 4))

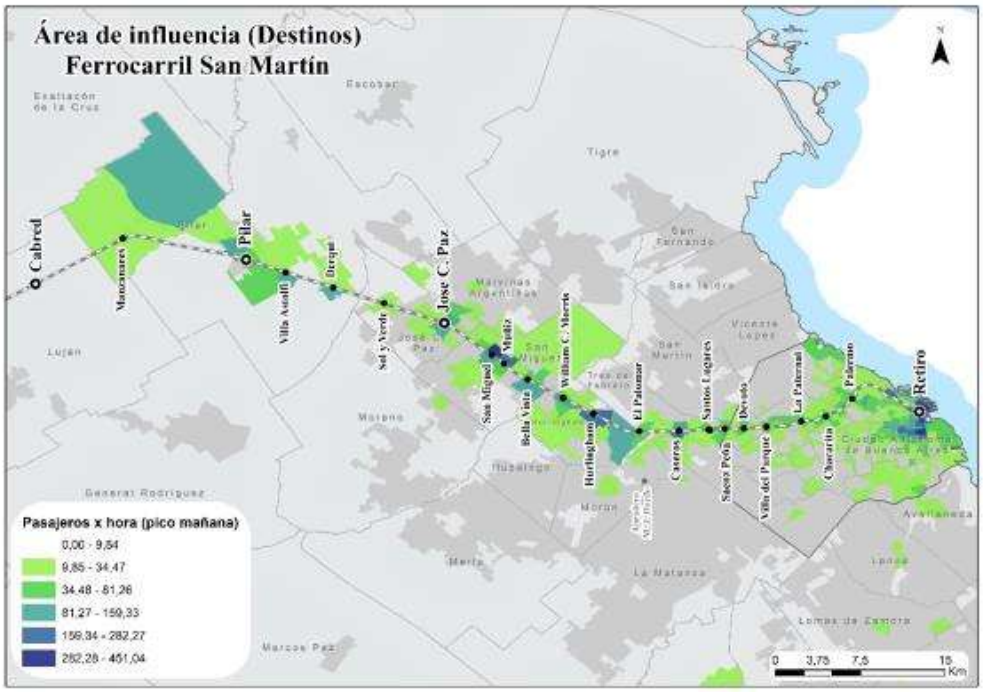
[2] Valores del año 2017, fuente Comisión Nacional de Regulación del Transporte.

Figura 3. Pasajeros transportados en Origen en la hora pico de la mañana.



Fuente: Elaboración propia.

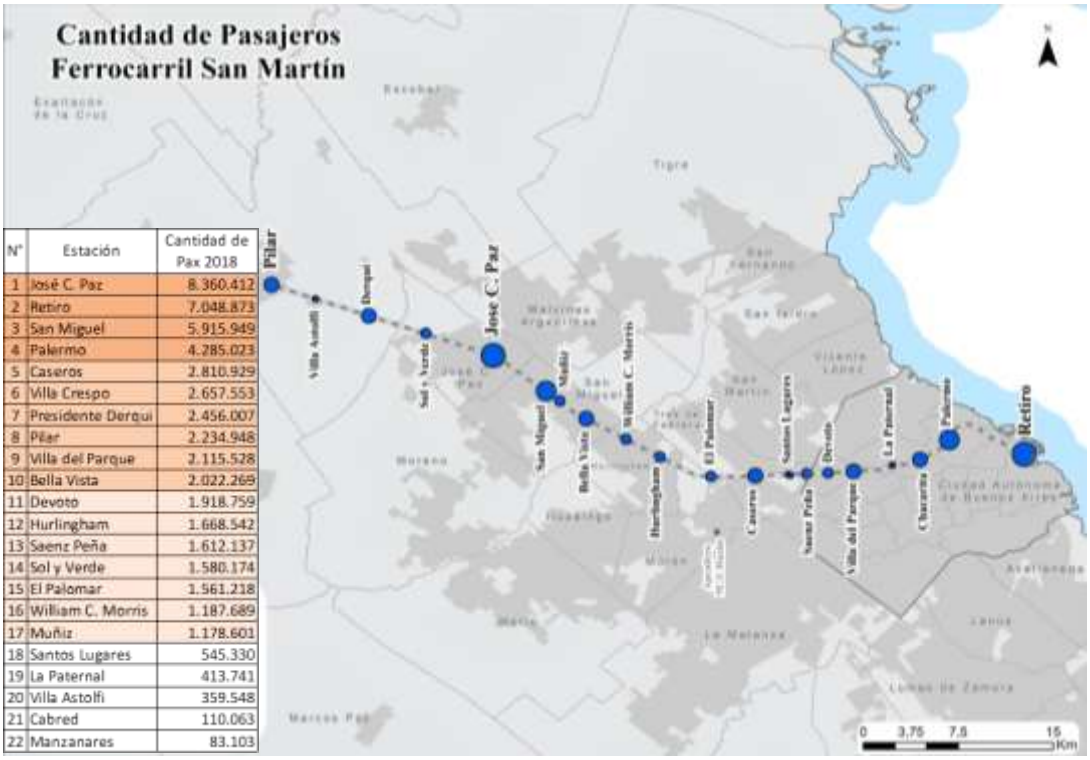
Figura 4. Pasajeros transportados en Destino en la hora pico de la mañana.



Fuente: Elaboración propia.

Estos 50 millones de pasajeros transportados por año, se distribuyen en las diferentes estaciones de la línea, donde algunas atraen mayor cantidad de pasajeros, de acuerdo a lo indicado en la Figura 5:

Figura 5. Pasajeros transportados por estación en 2018.



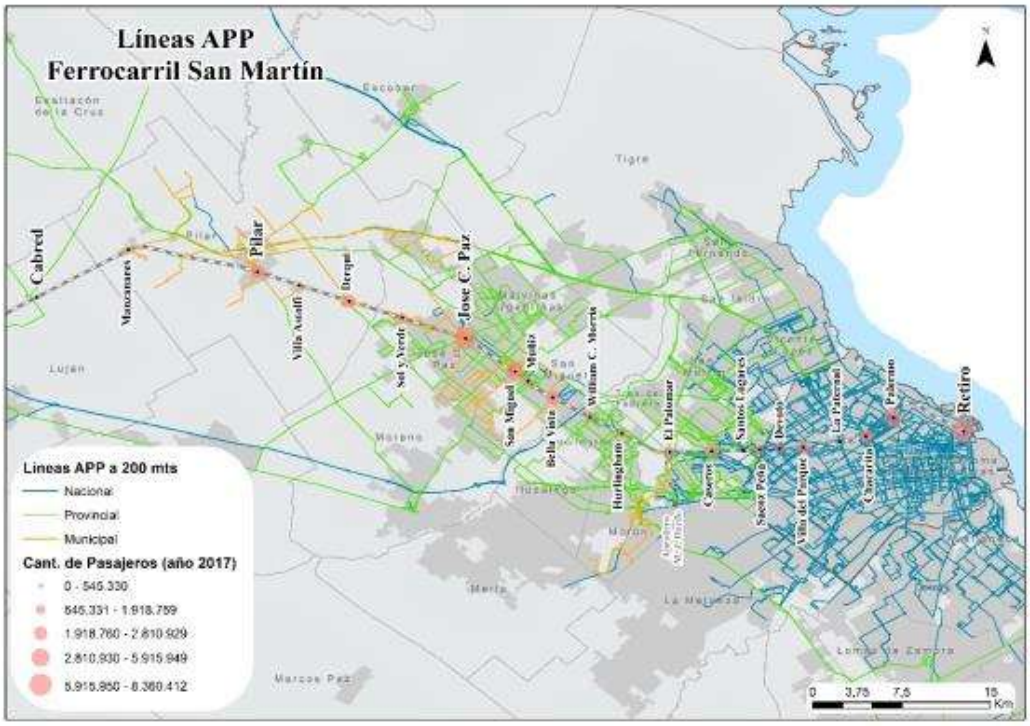
N°	Estación	Cantidad de Pax 2018
1	José C. Paz	8.360.412
2	Retiro	7.048.873
3	San Miguel	5.915.949
4	Palermo	4.285.023
5	Caseros	2.810.929
6	Villa Crespo	2.657.553
7	Presidente Derqui	2.456.007
8	Pilar	2.234.948
9	Villa del Parque	2.115.528
10	Bella Vista	2.022.269
11	Devoto	1.918.759
12	Hurlingham	1.668.542
13	Saenz Peña	1.612.137
14	Sol y Verde	1.580.174
15	El Palomar	1.561.218
16	William C. Morris	1.187.689
17	Muñiz	1.178.601
18	Santos Lugares	545.330
19	La Paternal	413.741
20	Villa Astolfi	359.548
21	Cabred	110.063
22	Manzanares	83.103

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, entre las cabeceras Pilar-Retiro, las 4 estaciones principales son José C. Paz, Retiro, San Miguel y Palermo; entre ellas suman 26 millones de pasajeros anuales aproximadamente.

La cantidad de pasajeros transportados por cada estación se ve influenciada, en parte, por la cobertura de las líneas de autotransporte público de pasajeros (APP) que alimentan a la línea. En el siguiente mapa se observa que la densidad de cobertura disminuye desde CABA hacia Pilar. En total son 71 líneas de jurisdicción nacional, 28 de jurisdicción provincial y 10 de jurisdicción municipal, que en su recorrido pasan a una distancia de 300 metros (o menor) de una estación de ferrocarril (Figura 6)

Figura 6. Líneas APP alimentadoras del servicio.



Fuente: Elaboración propia.

Descripción del Proyecto

El proyecto busca mejorar de forma integral los servicios del Ferrocarril San Martin (FCSM), en su traza principal entre Retiro y Pilar, cuyo recorrido se extiende en 56,44 km. Está previsto realizar, en el marco del proyecto, un conjunto de intervenciones destinadas al logro de tres objetivos diferenciados:

- La mejora integral del servicio del Ferrocarril San Martin, mediante el cambio de su sistema de tracción (del actual diésel eléctrico a eléctrica de 25 kV).
- La incorporación de nuevo material rodante, que mejorará la velocidad comercial y la capacidad de transporte.
- La integración con el resto de los servicios ferroviarios de la región, mediante su vinculación al Sistema Red de Expresos Regionales (RER), que se encuentra en planificación. Este punto representa el objetivo final del proyecto, en el que la electrificación de la línea será un elemento más (y esencial) para su concreción.

La estructura actual de los servicios de la Línea San Martín es la siguiente:

- Servicio suburbano de pasajeros.
- Servicio Interurbano de pasajeros.
- Servicio de cargas.

El sector a electrificar está conformado principalmente por el servicio suburbano de pasajeros. El servicio interurbano, actualmente es de muy baja densidad, al igual que el

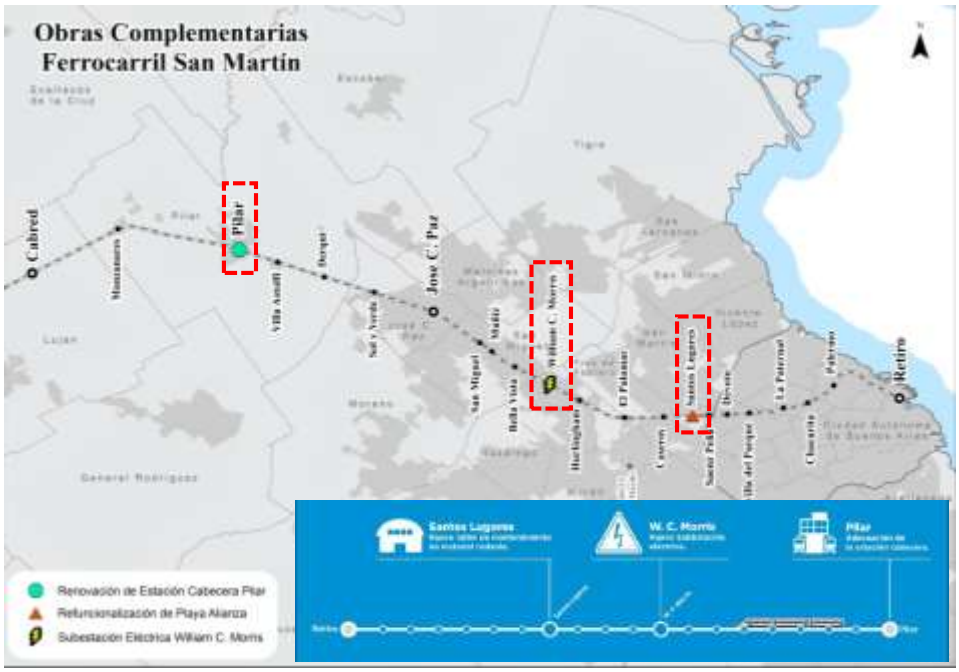
sistema de trasporte de carga. Se estima una recuperación del servicio de carga con la vinculación del ferrocarril al Puerto de Buenos Aires, mediante la materialización del nuevo ingreso.
El Ferrocarril General San Martín en su nuevo esquema de explotación, además, se estima que asuma un rol clave para la actividad de trenes de carga y pasajeros interurbanos.
Para la concreción de los objetivos, el proyecto incluye una serie de intervenciones que involucra todo tipo de dimensiones, algunas de las cuales ya fueron realizadas:

- Viaducto entre las estaciones La Paternal y Palermo, ya construido y en funcionamiento. Con ello se eliminan 11 pasos a nivel, generando una reducción importante en las demoras del tránsito vehicular (buses, autos y camiones), principalmente en las avenidas Córdoba y Corrientes. Brinda continuidad al tránsito eliminando las barreras en 10 cruces, posibilitando la continuidad de la red vial que permite el bajo viaducto, beneficiando con esta acción la seguridad del espacio público al eliminarse calles sin salida.
- La electrificación se contempla para dos de las cuatro vías entre Retiro y Pilar a unos 25 kilovoltios a través de un sistema de catenarias de 150 kilómetros de longitud y 933 postes de electricidad. La colocación de los pórticos, que sostendrán las catenarias, abarcan las cuatro vías, de modo de dejar las condiciones dadas para que en una etapa posterior se puedan electrificar las dos vías restantes. En adición, se colocaran autotransformadores cada 10 kilómetros a todo lo largo de la extensión del proyecto. Se debe destacar que la elección del sistema catenaria resulta más eficiente, desde un punto de vista energético, que el sistema de "patín y tercer riel". Transmitir potencia a voltajes más altos (caso de sistema de catenarias) tiene una pérdida de potencia mucho menor ya que el efecto más importante de la pérdida de potencia es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad de la corriente (más alta para el caso del sistema de patín y tercer riel).
- Nuevo sistema de señalamiento y comunicaciones entre las estaciones Retiro - Pilar.
- Implementación de Sistema de Protección de trenes mediante Automatic Train Stop (ATS).
- Adquisición de nuevos coches tractores y remolcados 0 kilómetro.
- Nuevo ingreso de trenes de cargas al Puerto de Buenos Aires.
- Renovación de vías. Se renovarán 147 kilómetros de vías y, en adición, se reacondicionaran 230 aparatos de vía. Se dimensiona de modo que la velocidad de diseño para las vías de pasajeros sea de 120 km/h y para las vías de cargas sea de 90 km/h.

El proyecto y la obra tienen un costo de 522 millones de dólares de los cuales el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) aportará un total de 400 millones, el monto restante de 122 millones será cubierto con recursos de contrapartida del presupuesto nacional. Se estima un plazo de obra de 4 años.

Por otro lado, se proyectan tres obras de índole puntual muy importantes que se complementan con la de la electrificación que son la adecuación de Playa Alianza, subestación de William Morris y reformas en la Estación Pilar (Figura 7)

Figura 7. Obras complementarias.

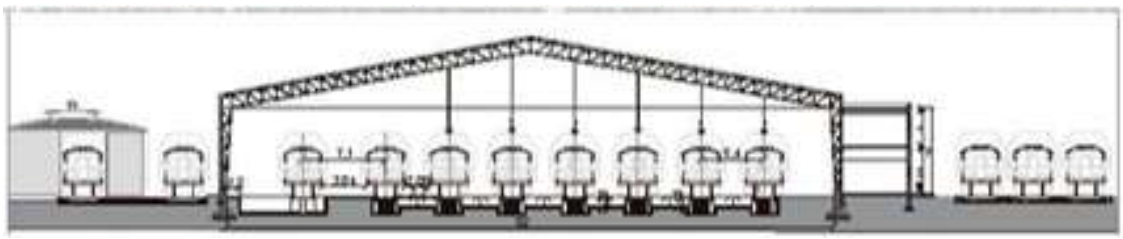


Fuente: Ministerio de Transporte / Elaboración propia.

Adecuación de Playa Alianza

Refuncionalización de la playa ferroviaria para mantenimiento menor y pernocte de las nuevas formaciones eléctricas. La nave tiene unas dimensiones aproximadas de 105 metros de ancho y 280 metros de largo y una altura máxima de 10 metros. El acceso principal lleva a los diferentes talleres especializados, en planta baja, equipados adecuadamente en función del tipo de trabajo y reparación que se realice en cada uno de ellos. Dicha nave está dotada de instalaciones tales como calefacción y ventilación, fuerza motriz e iluminación. Los talleres a disposición serán mecánicos, electromecánicos, electrónicos, neumáticos e hidráulicos y eléctricos. Y todas las vías internas serán dotadas de fosos de visita sobre columnas iluminadas en modo adecuado, con enchufes y aires a compresión para realizar de forma eficiente las tareas de mantenimiento e inspección de los coches. En la siguiente imagen (Figura 8) se observa una vista de perfil del esquema de la nave.

Figura 8. Vista de perfil de Nave de Playa Alianza.



Fuente: Ministerio de Transporte

Subestación William Morris

En la intersección de la Autopista del Camino del Buen Ayre con las vías del Ferrocarril San Martín, en la cercanía de la Estación William Morris, se construirá la subestación eléctrica ferroviaria que tendrá una potencia instalada para tracción de dos transformadores 60 MVA cada uno, siendo uno de reserva del otro. En la siguiente imagen (Figura 9) se observa una subestación construida en Quilmes (que sirve al servicio del Ferrocarril Roca) de similares características.

Figura 9. Subestación.

Fuente: Ministerio de Transporte

Cabecera Estación Pilar

En la actual Estación Pilar se realizarán una serie de trabajos que se enumeran a continuación:

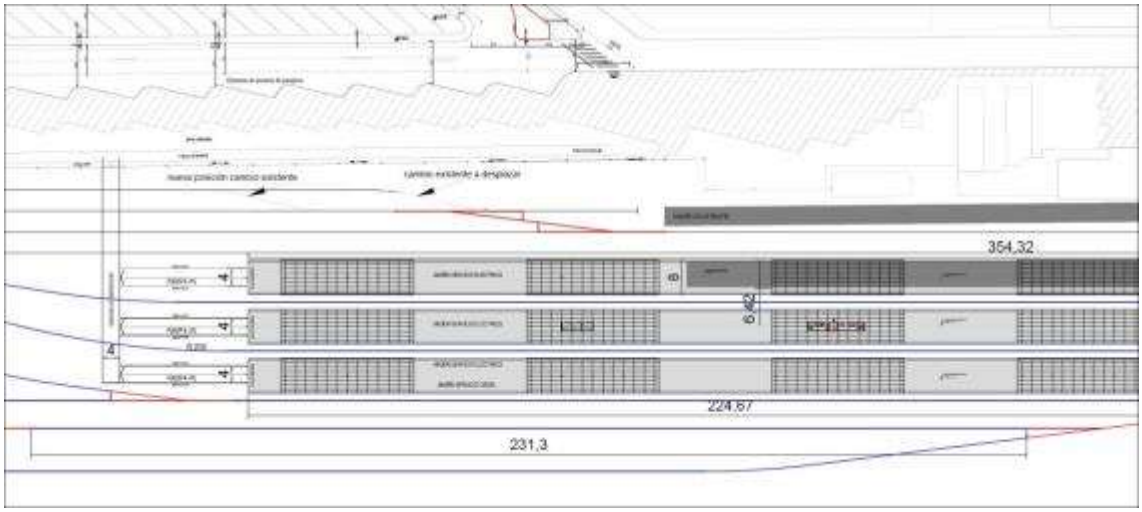
- Modificación de la actual configuración de vías y andenes de la estación para que funcione como una Estación Terminal del Servicio Eléctrico y permita el trasbordo al servicio diésel entre las Estaciones Pilar y Cabred.
- Nueva configuración que permitirá el funcionamiento de la estación terminal con andenes isla para el servicio eléctrico y el trasbordo al servicio Diésel.
- Construcción de dos nuevos andenes, la ampliación del andén que se encuentra sobre la actual vía ascendente y modificaciones en el edificio de estación.
- Construcción de un nuevo puente peatonal con ascensores.
- Construcción de cinco nuevas vías y la colocación de nuevos aparatos de vía.
- Construcción de los nuevos andenes que incluye: construcción de plataformas, refugios de andenes, sanitarios, instalaciones eléctricas, de iluminación, sanitarias, comunicaciones, sistemas, CCTV, señalética y equipamiento.

En las siguientes imágenes se observa la situación actual de los andenes y de la situación proyectada (Figuras 10 y 11)

Figura 10. Situación actual de andenes, Estación Pilar.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Situación proyectada de andenes, Estación Pilar.



Fuente: Ministerio de Transporte.

De la última imagen se puede observar la separación de los andenes entre los servicios eléctricos y los diésel. Cabe destacar que la cabecera de la estación Pilar no se trata del final recorrido de la línea, sino solo el corte del servicio eléctrico. El servicio suburbano discurre otros 16 kilómetros y tiene dos estaciones más Manzanares en Pilar y Cabred en Luján.

Beneficios

Se han mencionado algunos aspectos propios de la tracción eléctrica que se reflejan en beneficios asociados en forma directa. Tal es el caso de menor emisión de ruidos, mayor confort para los pasajeros, mayor seguridad (mejores y más modernas tecnologías)

Este aspecto de mejores y más modernas tecnologías no es menor. No sólo se refleja en mayores estándares de seguridad, sino también en menores costos de mantenimiento y mayor confiabilidad en la flota. Esta situación genera, en consecuencia, menores requerimientos de flota adicional.

De todos los aspectos mencionados, se ha encontrado en los documentos de referencia algunas valoraciones económicas que son interesantes reproducir.

La documentación nos muestra de qué modo se han podido cuantificar los beneficios asociados a[3]:

- Ahorro de tiempo de viaje por mayor frecuencia de servicios
- Ahorro de tiempo de viaje por mayor velocidad comercial
- Mejora por Derivación de Otros Medios
- Incremento de Nivel de Confort

Para luego hacer una evaluación económico-financiera a partir de los costos estimados de la obra.

Se hará una breve mención a la valoración de esos beneficios y a los criterios adoptados en cada uno de ellos:

Ahorro de tiempo de viaje por mayor frecuencia de servicios

La mayor frecuencia de los servicios se reflejará en menores tiempos de espera en estaciones (y, entonces, en menores tiempos de viaje totales)

Se observa en la siguiente tabla (Tabla 2) una comparación entre las velocidades comerciales y el promedio de distancia entre estaciones respecto de la tracción diésel y la tracción eléctrica, y a su vez una comparación entre los distintos ferrocarriles existentes.

[3] "Proyecto De Mejora Del Ferrocarril General San Martin: Ramal Retiro – Pilar", Ministerio de Transporte, Presidencia de la Nación, diciembre 2016.

Tabla 2. Comparación de velocidad comercial y distancia entre estaciones por línea

LÍNEA	VELOCIDAD COMERCIAL		DISTANCIA PROMEDIO ENTRE ESTACIONES	
	DIÉSEL	ELÉCTRICO	DIÉSEL	ELÉCTRICO
Belgrano Sur	25 km/h		2,15 km.	
Mitre	35 km/h	33 km/h	7,43 km.	1,67 km.
Roca	34 km/h	48 km/h	3,25 km.	3,22 km.
Sarmiento	37 km/h	35 km/h	5,00 km.	2,31 km.
Belgrano Norte	39 km/h		2,46 km.	
San Martin	39 km/h	46 km/h (estimada futura)	8,45 km.	2,77 km.
Promedio	35 km/h	39 km/h	3,84 km.	2,40 km.

Fuente: Ministerio de Transporte.

Para el caso del San Martín, la velocidad del eléctrico es estimada, al igual que el promedio de distancia entre estaciones. Estos valores son: 39 km/h de velocidad comercial para la tracción diésel actual contra una velocidad comercial estimada de 46 km/h para la tracción eléctrica; y 8,45 km de distancia promedio entre estaciones para la tracción diésel contra una distancia promedio estimada de 2,77 km para la tracción eléctrica.

Para estimar el beneficio en ahorro de tiempo de viaje por mayor frecuencia de servicios se siguieron los siguientes pasos de cálculo:

a) Cálculo de la cantidad de pasajeros que realizan los recorridos que resultarán beneficiados por el aumento de frecuencia

El número de pasajeros se tomó del informe INTRUPUBA 2007, siendo el valor de 115.600 pasajeros diarios

b) Cálculo del ahorro de tiempo de espera para dichos pasajeros

Como una primera estimación, se asume que los pasajeros llegan a las estaciones aleatoriamente y el tiempo de espera será la mitad del tiempo transcurrido entre un servicio y otro.

"La frecuencia media diaria actual[4] es de un tren saliendo de Retiro cada 14 minutos y un tren entrando a Retiro cada 15 minutos. El servicio se presta a partir de 93 trenes programados por día. En la situación con proyecto, las obras previstas, permitirán organizar el servicio a partir de la programación de 135 trenes diarios, con lo cual el tiempo de espera se reducirá de manera proporcional al incremento de la frecuencia"[5]

De esta forma, se estimaron los tiempos de espera para las situaciones con y sin proyecto (Tabla 3)

[4] Por actual se refiere a la situación antes de la construcción del viaducto

[5] "Proyecto De Mejora Del Ferrocarril General San Martin: Ramal Retiro – Pilar", Ministerio de Transporte, Presidencia de la Nación, diciembre 2016.

Tabla 3. Tiempos Ahorrados con / sin proyecto.

Situación	Trenes programados	Trenes por hora de servicio	Tiempo medio entre formaciones (minutos)	Espera media (minutos)
Sin proyecto	93	4,22	14,22	7,11
Con proyecto	135	6,13	9,79	4,90

Fuente: Elaboración propia

El tiempo ahorrado se calculó con la diferencia de los tiempos de espera media, resultando entonces en 2,21 min

c) Cálculo del valor del tiempo ahorrado

Se tomó el valor unitario de 9,33 USD/h a partir del salario medio al momento del estudio.

Finalmente, con los valores obtenidos e indicados precedentemente, se llegó a un valor de beneficio por tiempo ahorrado de USD 14.509.531

Estos beneficios fueron luego proyectados al año 2040 (dados los objetivos del estudio citado), basados en una estimación del crecimiento de la demanda (crecimiento del número de pasajeros) y así obtener un flujo de fondos asociado.

Ahorro de tiempo de viaje por mayor velocidad comercial

La implementación de la tracción eléctrica traerá como consecuencia mayores velocidades comerciales y, por lo tanto, menores tiempos de viaje. De la misma forma, se busca evaluar y cuantificar esos beneficios.

Para ello, se estimó cuál será la velocidad de circulación en cada uno de los tramos para luego comparar las situaciones con y sin proyecto y determinar los ahorros de tiempo resultantes.

Siguiendo un procedimiento similar al descripto, y tomando el mismo valor unitario del tiempo (9,33 USD/h) se llegó a una estimación del beneficio en USD 43.245.203

Con el mismo criterio, se proyectaron los beneficios al año 2040, tomando como base una proyección de crecimiento de los pasajeros transportados.

Mejora por derivación de otros medios

Para obtener una estimación de los beneficios asociados a la derivación de pasajeros desde otros modos, se asumió que los pasajeros que hoy eligen y viajan por otros modos no tienen los tiempos de viaje que hoy tiene el FFCC San Martín, dado que no lo eligen para transportarse.

Por lo tanto, se estima que el beneficio que recibirán estos potenciales pasajeros será del 50% de los beneficios que reciben los pasajeros habituales del FFCC San Martín.

Se parte entonces de una estimación del volumen de pasajeros derivados de otros modos y, tomando el mismo valor unitario del tiempo, se llega a un valor total del beneficio de USD 33.625.605 (también proyectado al año 2040 con los mismos criterios)

Incremento del Nivel de Confort

El nivel de confort se mide a partir de la relación pasajeros/asientos.

Se ha tomado como referencia un estudio de la VU University de Amsterdam, Países Bajos, estimó la proporción de pasajeros que están dispuestos a esperar a la formación siguiente en función del nivel de ocupación (Tabla 4):

Tabla 4. Multiplicadores de tiempo como función del nivel de hacinamiento.

Nivel de hacinamiento	Pasajeros / asientos disp.	Coeficiente
1	25%	1,000
2	50%	1,000
3	75%	1,000
4	100%	1,073
5	125%	1,145
6	150%	1,218
7	200%	1,290
8	250%	1,363

Fuente: Elaboración Popia

El cuadro indica el sobretiempo que los pasajeros aceptarían esperar para no viajar en condiciones de sobreocupación

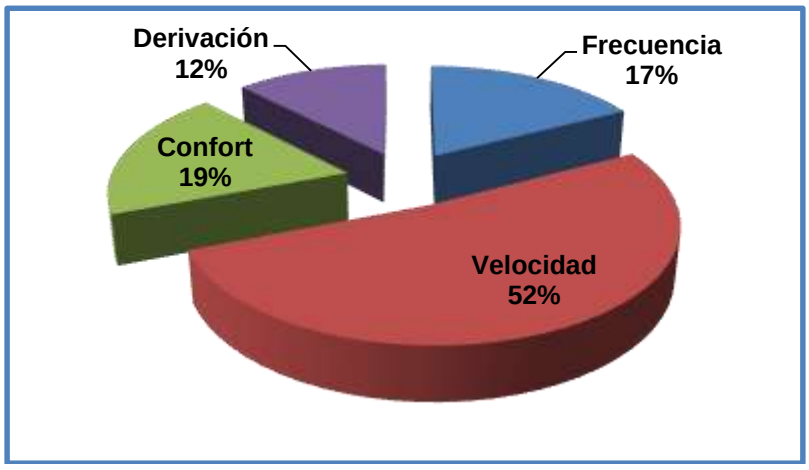
De acuerdo a estudios realizados, la relación entre pasajeros y asientos disponibles en el FFCC San Martín es del 162 %, por lo que se estimó un coeficiente de 1,2712 para el cálculo.

El coeficiente se utilizó para ponderar (y aumentar) los ahorros de tiempo por aumento de frecuencia y por velocidad.

Resumen del cálculo de beneficios

De acuerdo a lo expuesto, los beneficios asociados al incremento de velocidad son los más significativos (legando a poco más del 50% del valor total). Eso se puede verificar en el siguiente gráfico (Gráfico 3), en donde se comparan porcentualmente los beneficios calculados:

Gráfico 3. Contribución de beneficios del Proyecto.



Fuente: Elaboración propia

Resultados de la evaluación económico-financiera del proyecto

Sin pretender replicar el análisis de los costos asociados a la obra que se encontró en la documentación consultada, es oportuno resaltar el resultado del análisis económico-financiero que ha surgido del procesamiento del flujo de fondos obtenido, a partir de los beneficios ya detallados (Tabla 5)

Tabla 5. Indicadores de rentabilidad del Proyecto

Indicador	Valor
VAN en millones de U$S (tasa descuento: 12% anual)	**158,0**
TIR (%)	**16,0**

Fuente: Elaboración propia

Como se ve, el Flujo de Fondos exhibe resultados favorables que justifican la ejecución del proyecto desde el punto de vista de su factibilidad económica.

Desafíos

Como se ha mencionado anteriormente, el proyecto de electrificación de la línea San Martín tiene un carácter integral y es transversal a varias dimensiones de estudio, como ser: de accesibilidad, conectividad, desarrollo urbano, movilidad, transporte público, etc. Es por ello que se trazan una serie de desafíos para ser abordados en el futuro cercano y que se complementan con las mejoras del sistema ferroviario. Desde un punto de vista conceptual o rector el desafío más importante es el de consolidación del sistema ferroviario como modo más eficiente de transporte público suburbano masivo de pasajeros.

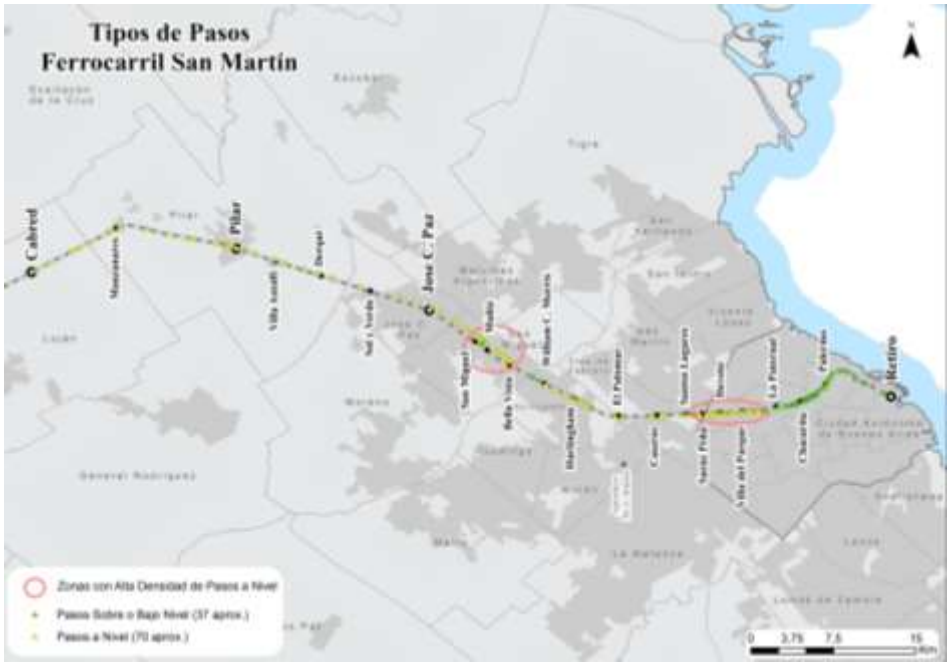
Pasos a distinto nivel

La electrificación de la línea San Martín advierte una mejora en la cantidad de servicios prestados por hora y a través del día, por lo tanto los tiempos de barrera baja en los pasos a nivel se aumentarían. Esto traería aparejados problemas de circulación y movilidad para los modos de transporte de generación espontánea (buses, vehículos particulares, camiones, motos, bicicletas, caminata, etc.), por lo tanto, estos cruces se deben salvar. Existen dos formas para salvarlos:

- Pasos sobre elevados: viaductos.
- Pasos bajo nivel: túneles.

En el tramo de Retiro a Pilar existen alrededor de 70 pasos a nivel vehiculares en operación, con la implementación del Viaducto en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires se pudieron salvar 11 pasos y quedó un tramo continuo que esquiva 37 pasos a nivel como se puede observar en la siguiente imagen (Figura 12)

Figura 12. Pasos a nivel y a distinto nivel.



Fuente: Elaboración propia.

Se prevé un plan para salvar los pasos a nivel con una lógica radial desde el centro de la Ciudad de Buenos Aires hacia Pilar y para que no quede un solo cruce a nivel en el sector Retiro – José C. Paz.

Existen sectores con una alta densidad de pasos a nivel, como son en las inmediaciones de las estaciones Bella Vista, Muñiz y San Miguel (en el partido de San Miguel) y las estaciones La Paternal, Villa del Parque y Devoto (en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires).

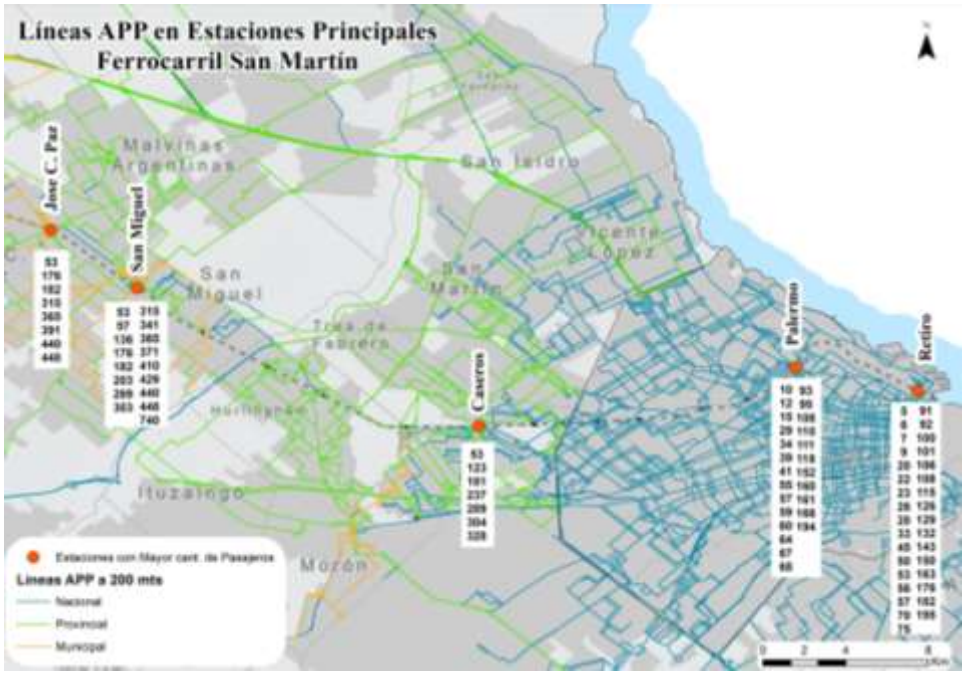
Desde el punto de vista de seguridad vial, el salvar los pasos a nivel tiene una implicancia directa en incidentes y accidentes viales. A través de un estudio que involucró a 27 pasos a nivel, con la implementación del viaducto San Martín se estarían evitando accidentes, que según estadística de la Comisión Nacional de Regulación de Transporte (CNRT), para el decenio 2004-2014, presentaron un promedio de 13.5 arrollamientos de personas y 7.1 colisiones de vehículos por año.

Por otra parte, el salvar los pasos a nivel existentes también trae aparejado una componente de cercanía y vinculación entre los vecinos y sus actividades diarias. Se anula la "barrera urbana" que significa tener una línea de ferrocarril y se potencia el intercambio y los traslados en sus distintas modalidades.

Centros de Trasbordo

Ante la consolidación de la línea San Martín como modo troncal de transporte público masivo de pasajeros a escala suburbana, resulta de vital importancia la jerarquización de centros de trasbordo que se materializan en alguna de las estaciones de la traza. En la siguiente imagen (Figura 13) se puede observar las estaciones que mayor cantidad de operaciones de trasbordo poseen a lo largo de la traza: José C. Paz, San Miguel, Caseros, Palermo y Retiro.

Figura 13. Centros de Trasbordo y líneas APP.



Fuente: Elaboración propia.

De la anterior imagen se observa los centros de trasbordo más susceptibles a ser intervenidos. Se dejan de lado los lugares ya consolidados como estación Palermo (confluyen las líneas auto transporte público de Metrobus Juan B. Justo y del corredor de Av. Santa Fe, así como la línea D de subtes y una estación de eco-bici) y estación Retiro (donde confluyen muchas líneas auto transporte público, terminal de Ómnibus de larga distancia, líneas C y E de subte, líneas de ferrocarril Mitre y Belgrano Norte). Las líneas de color azul, verde y naranja representan los recorridos de las líneas de autotransporte público de pasajeros de jurisdicción nacional, provincial y municipal respectivamente. Se puede vislumbrar como las líneas de jurisdicción provincial y municipal actúan como alimentadoras para los servicios ferroviarios –y troncales- brindados por la línea San Martín. Este esquema de movilidad que se repite en muchos zonas del Región Metropolitana de Buenos Aires se trata de replicar, de modo que los sistemas de transporte se consoliden de acuerdo a una eficiente gestión y operación de sus viajes más frecuentes. Es por ello que los viajes que recorren más kilómetros –y que muy posiblemente discurra entre jurisdicciones diferentes- se busca que se realicen mediante el ferrocarril. Y de la misma manera, los viajes más cortos se puedan realizar a través de alimentadores como ser líneas de autotransporte público de pasajeros de jurisdicción local o provincial.

Proyecto RER

El proyecto Red de Expresos Regionales (RER) permite la actualización del modo ferroviario, su interconexión y consecuente potenciación, y geográficamente transforma el centro de la ciudad en un centro neurálgico del sistema de transporte metropolitano, logrando la reconversión de sus viajes mediante la eliminación o minimización de trasbordos, mejoras en la accesibilidad y reducción de los tiempos de viaje, especialmente para los de mayor longitud.

En efecto, el Proyecto de la RER utiliza como premisa de diseño la extensión del recorrido de los servicios de las líneas Roca-San Martín, Sarmiento-Mitre y Belgrano Sur-Norte, que actualmente terminan su recorrido en las estaciones Constitución, Once, Buenos Aires y Retiro. El sistema enlazará los ferrocarriles que vienen desde el Norte (San Martín, Mitre en sus dos ramales Tigre y Suárez y Belgrano Norte), desde el Sur (Roca y Belgrano Sur) y el Oeste hacia el Norte (Sarmiento - Mitre) generando un gran nodo de conectividad regional.

El concepto RER consiste en conectar líneas ferroviarias preexistentes que no se vinculaban entre sí, y evitar la necesidad de trasbordos para quienes tienen como destino el área central de la RMBA o desean viajar en la periferia de dicha región. El sistema, como tantos otros en el mundo, ha partido de una red ferroviaria que ha caducado y que es necesario reconvertirla para dar paso a una nueva visión del modo, potenciándolo, como estructurador de los viajes diarios metropolitanos.
La adopción de la solución RER en la RMBA, como estrategia para potenciar la oferta del sistema ferroviario metropolitano, permitirá mejoras significativas en la conectividad con el centro de la ciudad, al beneficiar los movimientos radiales que se realizan por ferrocarril y también mejoras a nivel metropolitano en la conectividad ferroviaria.
La RER prestará una nueva oferta para la demanda de movimientos centrales que hoy se cubren con colectivo, taxi, auto particular y subte. Descongestionará el sistema subterráneo y liberará a la superficie de buena parte de los viajes en taxi y colectivo, por la eliminación de trasbordos que hoy se producen en las estaciones ferroviarias de Retiro, Constitución y Once, produciéndose una reasignación de flujos tendiéndose a una más eficiente canalización de la demanda, tanto para los pasajeros, como para el sistema de movilidad en su conjunto.
La electrificación de la línea San Martín es uno de los puntapiés iniciales para poder materializar el proyecto RER ya que permitiría la conexión con mismo sistema de alimentación eléctrica a los servicios del ferrocarril Roca con los del San Martín. En la siguiente imagen (Figura 14) se observa un layout general de las conexiones subterráneas ferroviarias involucradas en la RER y su extensión de conectividad.

Figura 14. Esquema general y extensión RER.

Fuente: Ministerio de Transporte.

Sub-centralidades

Si se realiza un análisis desde el punto de vista urbanístico, la asignación de los nuevos patrones de viajes en el escenario de electrificación y posterior puesta en marcha del proyecto RER, tiende a fortalecer la accesibilidad en las centralidades, y desarrollo de sub-centralidades y ejes servidos por los modos guiados. De esta manera, se fomenta la densificación de estos espacios en desmedro de la consolidación y densificación de los intersticios con menores niveles de accesibilidad, contrarrestándose los efectos negativos de la denominada "ciudad difusa". Estas intervenciones pueden nacer desde "vacíos urbanos" existentes en las inmediaciones de estaciones que pertenecen al Estado Nacional sin ningún tipo de uso y también en espacios privados que tengan la posibilidad física de desarrollo. Existen algunos casos (como por ejemplo: Pilar y Sáenz Peña) en los cuales ya se ha comenzado con estos procesos de desarrollo local y urbano. A continuación se observa el ejemplo de la estación Pilar en el cual sobre terrenos residuales del cuadro de estación se proyecta construir viviendas y locales comerciales, entre otros usos (Figura 15)

Figura 15. Sub-centralidad, Estación Pilar.

Fuente: Municipalidad de Pilar.

Park and Ride

En espacios sub-utilizados de los cuadros de estación de algunas de las estaciones pertenecientes a la traza de la línea San Martín, se podrían desarrollar lugares para realizar operaciones de Park and Ride. La idea del concepto de Park and Ride consiste en que los usuarios del tren puedan acceder hasta la estación con su vehículo particular, dejarlo allí de forma fácil y segura y realizar su tramo más largo del viaje con el tren. Estas intervenciones

se han implementado con éxito en muchas ciudades que han decidido apostar por políticas de integración de movilidad, urbanismo, desarrollo y medio ambiente. Una de las premisas para lograr esta integración es la utilización más racional del automóvil y el mayor uso del transporte público en los desplazamientos cotidianos. Dentro de la red de trenes suburbanos de Buenos Aires existen muchos casos de Park and Ride, ya sea formal o informal, en la siguiente imagen (Figura 16) se muestra un típico ejemplo de esta modalidad.

Figura 16. Park and Ride, Estación Castelldefels, Barcelona.

Fuente: lavanguardia.com.

Nueva estación

Debido a la nueva configuración proyectada del servicio del ferrocarril San Martín, en el cual, los servicios troncales eléctricos discurrirán entre Retiro y Pilar y los servicios diésel entre Pilar y Cabred, se puede pensar en la construcción de una nueva estación en la zona servida por las formaciones diésel. El servicio diésel funcionará como uno alimentador al troncal eléctrico con formaciones más pequeñas y acordes a la demanda generada por sus estaciones. En ese sentido, y teniendo en cuenta la distancia entre las estaciones, el proyecto propone una nueva estación “Pilará” ubicada entre las estaciones Pilar y Manzanares en el partido de Pilar, en la siguiente imagen (Figura 1) se puede observar su emplazamiento.

Figura 17. Nueva estación, Pilará.

Fuente: Elaboración propia / Google Maps.

Entre las estaciones consecutivas Pilar y Manzanares existe una distancia de 9,6 kilómetros, a unos 3,8 kilómetros de la estación Pilar existe una nueva localidad llamada San Francisco. Esta localidad se está desarrollando, tiene conectividad solo a través de la Autopista Panamericana Ramal Pilar y se encuentra "confinada" por el Río Luján y una serie de barrios cerrados, en adición, posee una demanda insatisfecha de transporte público de parte de sus habitantes. Por lo tanto, pensar en la construcción de una nueva estación allí que provea al servicio diésel lanzadera resulta un buen desafío.

Reflexiones

El Ministerio de Transporte ha estado llevando adelante una gestión de políticas de transporte urbano y movilidad sostenible reflejadas en distintos planes y estrategias con horizonte de largo plazo.

En ese sentido, la atención de las necesidades de mejoras prioritarias en el sistema de transporte público urbano, requiere de estrategias de conectividad de toda la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA), y de la red ferroviaria de pasajeros en especial, con períodos prolongados de implementación e inversiones continuadas tales que permitan alcanzar impactos importantes y sostenibles en el desarrollo socioeconómico y la calidad de vida de los usuarios del sistema, de la población en general y de la de bajos ingresos en particular.

De esta manera, se ha identificado una prioridad en intervenir en la mejora integral del Ferrocarril San Martin en su ramal principal: Retiro – Pilar. En efecto, este proyecto se encuadra en el contexto de la planificación de inversiones prioritarias para atender adecuadamente las asimetrías en los servicios de transporte público de pasajeros y posibilitar sinergias con otros proyectos que se están desarrollando actualmente, y que a su vez están contenidos dentro de la visión estratégica a largo plazo.

Así, el proyecto potencia el servicio del Ferrocarril San Martín, mejorando la oferta y preparándolo para el papel estructurador del transporte público del RMBA que tendrá en el largo plazo. El Ferrocarril San Martín será uno de los pilares para la integración de servicios suburbanos y deberá ser adaptado para su interoperabilidad con las otras líneas de trocha ancha electrificadas a través del RER.

La electrificación tiene beneficios propios de la operación como ser: eficiencia del sistema de transporte (mayor capacidad de transporte por mejorar los parámetros operativos de circulación), eficiencia energética, ahorro de tiempo de viaje, ahorros de costos de operación, optimización del modo por derivación de usuarios desde otros modos y mejoras en los niveles de confort. Por otro lado, la tracción eléctrica implica un menor mantenimiento en las formaciones y un mayor poder de aceleración de las unidades tractoras.

Desde el punto de vista ambiental, la electrificación de la línea San Martín contribuirá a una disminución de la contaminación por el uso de combustibles y lubricantes, con menores emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) o de efecto global, que responde a una estrategia responsable frente a los desafíos del cambio climático, y una reducción de los niveles de contaminación sonora y vibraciones.

A su vez la potencialidad de proyectos complementarios a la electrificación del ferrocarril y los nuevos desafíos urbanos a plantear, permitirán un desarrollo de las sub-centralidades y urbanizaciones no consolidadas de la Región Metropolitana de Buenos Aires. Esto dará lugar a evitar continuar con la expansión de la “mancha urbana” y un crecimiento demográfico no planificado y poder desarrollar áreas compactas, densas y con multiplicidad de usos en el suelo.

Bibliografía

COMISIÓN NACIONAL DE REGULACIÓN DEL TRANSPORTE, MINISTERIO DE TRANSPORTE, PRESIDENCIA DE LA NACIÓN "Informe Estadístico Anual 2018 – Red Ferroviaria de Pasajeros del Área Metropolitana de Buenos Aires", 2019.

MINISTERIO DE TRANSPORTE, PRESIDENCIA DE LA NACIÓN. "Pliego de Condiciones de Licitación Pública Internacional 01-2017, BID"

MINISTERIO DE TRANSPORTE, PRESIDENCIA DE LA NACIÓN. "Proyecto De Mejora Del Ferrocarril General San Martin: Ramal Retiro – Pilar", diciembre 2016.

PROGRAMA DE SOSTENIBILIDAD URBANA CIUDAD 21, "Guía para la implantación de aparcamientos disuasorios en Andalucía", 2010