



UTN * SANTA FE

INGENIERÍA CIVIL PROYECTO FINAL DE CARRERA

Mejora de la interconexión del Gran Santa Fe

Alumnos:

Alvarez Galvan, Lautaro
De Mattia, Ana Candida

Director:

Ing. Imaz, Fernando

2024



INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	6
2.	BREVE RESEÑA HISTÓRICA	8
2.1.	El sistema de transporte público en Santa Fe	9
2.2.	El ferrocarril en la Provincia de Santa Fe	10
3.	LA PROVINCIA DE SANTA FE	14
3.1.	Sobre la Provincia de Santa Fe	15
3.2.	Servicio ferroviario y oportunidad	16
3.2.1.	Sobre el servicio ferroviario	17
3.2.2.	El Gran Santa Fe	21
3.2.3.	Circunvalar de Santa Fe	24
3.3.	La infraestructura vial del Gran Santa Fe	26
4.	MOVILIDAD URBANA E INTERURBANA EN LA ACTUALIDAD	27
4.1.	Introducción	28
4.2.	Sistema de transporte público de pasajeros	28
4.2.1.	Órganos de Control del Transporte	28
4.2.2.	Sistema de colectivos	29
4.2.3.	Sistema de Taxis y Remises	34
4.3.	Movimiento de los habitantes del Gran Santa Fe	35
4.3.1.	¿Por qué se mueve la población del Gran Santa Fe?	35
4.3.2.	¿En qué se mueve la población del Gran Santa Fe?	35
4.3.3.	Duración y distribución horaria de los viajes	36
5.	ENFOQUE DE MARCO LÓGICO	38
5.1.	Sobre la problemática seleccionada	39
5.1.1.	Situación coyuntural y aplicación de solución	39
5.2.	Análisis de los involucrados	41
5.3.	Análisis del problema	46
5.3.1.	Problema Central	46
5.3.2.	Árbol de efectos	47
5.3.3.	Árbol de causas	48
5.3.4.	Árbol de problemas	49
5.4.	Análisis de objetivos	50
5.4.1.	Árbol de objetivos	50



6.	PROBLEMÁTICA ANALIZADA.....	51
6.1.	Situación actual de la infraestructura ferroviaria	52
6.1.1.	Vías.....	52
6.1.2.	Pasos a nivel.....	56
6.1.3.	Entorno.....	57
6.2.	Situación actual del Puente Carretero	59
6.3.	Situación actual del sistema de transporte de pasajeros	60
6.4.	Conclusiones	61
7.	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	62
7.1.	Alternativa N° 1: Corredor urbano (Vías segregadas).....	63
7.1.1.	Antecedentes utilizados para la propuesta	66
7.2.	Alternativa N° 2: Tren urbano en el tramo comprendido entre calle López y Planes y calle Vélez Sarsfield.....	66
7.2.1.	Antecedentes tren urbano de Santa Fe	68
7.3.	Alternativa N° 3: Tren urbano en el tramo comprendido entre la ciudad de Santo Tomé y calle Facundo Zuviria de Santa Fe	71
7.4.	Elección de alternativa mediante evaluación multicriterio	72
7.4.1.	Matriz multicriterio	74
8.	DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA.....	79
8.1.	Movilidad actual sobre el Puente Carretero	80
8.1.1.	Determinación de pasajeros	80
8.2.	Cálculo de demanda de la nueva modalidad de transporte	92
8.3.	Elección del material rodante	97
8.3.1.	CRRC Tangshan.....	97
8.3.2.	TecnoTren	97
8.3.3.	Material Ferroviario S.A. (Materfer)	99
8.3.4.	Opción adoptada.....	101
8.4.	Perfil transversal	104
8.4.1.	Componentes de estructura de vía tradicional.....	106
8.4.2.	Componentes de estructura de vía sobre losa	109
8.4.3.	Funciones de los componentes de la superestructura de la Vía	111
8.4.4.	Diseño perfil transversal	119
8.5.	Diseño geométrico.....	124
8.5.1.	Alineación en planta.....	124
8.5.2.	Altimetría	129



8.5.3.	Influencia de la función de la vía en sus características geométricas.....	130
8.5.4.	Descripción de los parámetros geométricos que caracterizan a la vía.....	134
8.6.	Creación de un sistema de transporte multimodal	135
8.7.	Estaciones de transferencia	149
8.8.	Determinación de variables operativas del servicio	153
9.	FACTIBILIDAD ECONÓMICA	155
9.1.	Análisis de costos del proyecto	156
9.2.	Coficiente resumen	157
9.3.	Inversión Inicial	157
9.3.1.	Renovación de los tramos existentes de vías.....	157
9.3.2.	Refacción y puesta en valor de la estación del ex Ferrocarril Mitre.....	158
9.3.3.	Construcción e instalación de estaciones de intercambio multimodal	159
9.3.4.	Adquisición de material rodante.....	161
9.4.	Costos operativos.....	161
9.4.1.	Combustibles y lubricantes	161
9.4.2.	Reparación y mantenimiento del material rodante.....	162
9.4.3.	Salarios del personal	162
9.4.4.	Seguros.....	162
9.4.5.	Gastos generales	162
9.5.	Ingresos.....	163
9.5.1.	Ingresos provenientes del corte de boleto	163
9.5.2.	Ingresos provenientes de alquiler de locales comerciales.....	163
9.6.	Beneficios y financiamiento	164
9.7.	Resumen de inversión inicial.....	166
9.8.	Curvas de avance e inversiones	169
9.9.	Ingresos, egresos y diferencias	172
10.	FACTIBILIDAD AMBIENTAL.....	174
10.1.	Aspectos principales	175
10.2.	Identificación de las áreas de influencia.....	176
10.3.	Screening y Scoping	178
10.4.	Identificación de impactos ambientales	180
10.5.	Valoración de impactos ambientales.....	182
10.6.	Medidas de mitigación.....	184
10.7.	Conclusiones	185



11.	CONCLUSIONES	186
11.1.	Oportunidades que deja abiertas el proyecto	188
12.	REFERENCIAS.....	189
13.	BIBLIOGRAFÍA.....	191
13.1.	Noticias de interés	192
13.2.	Estudios y proyectos consultados	193
13.3.	Información técnica, leyes y normativas consultadas	193
14.	PLANIMETRÍA	195
15.	ANEXO	205



UTN * SANTA FE

INGENIERÍA CIVIL PROYECTO FINAL DE CARRERA

Capítulo I: INTRODUCCIÓN

2024



En el marco de nuestro Proyecto Final de la carrera de Ingeniería Civil, llevado a cabo en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, titulado “Mejora en la interconexión del Gran Santa Fe” y supervisado por el Ing. Imaz, Fernando, abordaremos un tema de interés general para la población del Gran Santa Fe como lo es la movilidad de las personas a través de este territorio. Para su abordaje se tienen en cuenta aspectos sociales, económicos y ambientales y para nada se deja de lado el impacto que el proyecto podría generar sobre la población.

La propuesta de mejorar la movilidad urbana, incentivando el uso del transporte público de pasajeros y favoreciendo a la creación de un área metropolitana es la base de esta presentación. Además, se prioriza la solución de situaciones coyunturales como son la falla estructural del Puente Carretero que une las vecinas ciudades de Santa Fe y Santo Tomé y su obsolescencia, y el aprovechamiento de los espacios ferroviarios que quedarán desafectado una vez que se concluyan las obras correspondientes al Plan Circunvalar, eliminando por completo la presencia del tren de cargas del ejido urbano santafesino.

El proyecto es evaluado integralmente, sin dejar de lado el medio antrópico y no antrópico en el cual se inserta, y se analizan las factibilidades técnica, económica y ambiental.



UTN * SANTA FE

INGENIERÍA CIVIL PROYECTO FINAL DE CARRERA

Capítulo II: BREVE RESEÑA HISTÓRICA

2024



2.1. El sistema de transporte público en Santa Fe

El sistema de Transporte Público de Pasajeros (TPP) de la ciudad de Santa Fe, comienza a delinearse hacia fines del siglo XIX. En abril de 1885 ingresa al Concejo Deliberante, un proyecto de creación de la traza para el recorrido de un tranvía con tracción a sangre. Dicho recorrido iniciaba en el puerto local, pasando por calle San Juan (actualmente calle 1ra. Junta) hasta llegar a calle Comercio (actualmente calle San Martín), por la cual bajaría tomando 23 de Diciembre (actual calle General López) hasta el cuartel denominado "La Aduana", para finalmente concluir en el Paseo Santo Tomé (denominación que en aquel entonces se daba a la vecina localidad).

El 12 de marzo del mencionado año se aprueba la Ordenanza pertinente, se concede el servicio a la firma de Rómulo Pietranera quien había presentado el proyecto, modificándose la traza original y de este modo terminando el recorrido en 23 de Diciembre (General López) y 1° de Mayo. El 9 de Mayo de ese mismo año se llevó a cabo el acto inaugural con la presencia del entonces Intendente Mariano Comas y el Ministro de Gobierno Dr. José Gálvez entre otras autoridades. Ese día en la ciudad de Santa Fe se dio inicio a un sistema de transporte público regular, poniéndose a la atura (en ese sentido) de los grandes centros urbanos. El fin de este sistema llegaría el 3 de marzo de 1914, día en que el tranvía tirado a caballo llega por última vez a la estación.

Luego de 25 años, con la llegada del tranvía eléctrico se inauguró en Santa Fe la evolución del sistema de TPP. El 25 de marzo de 1914, con la presencia del Gobernador Manuel Menchaca y el Intendente Miguel Parpal se lleva a cabo el acto inaugural. El nuevo servicio trajo consigo mayor accesibilidad al sistema de TPP, por cuanto no solo transitaba por calles adoquinadas, sino que también lo hacía por calles de tierra.

El tranvía eléctrico santafesino tenía 6 líneas con recorridos diferentes que conectaban los barrios de la ciudad con el centro y la zona comercial. Por ejemplo, la "4" llegaba hasta Guadalupe por calle Javier de la Rosa; la "5" contaba con un itinerario más largo que las otras y unía el centro con el cementerio, entre otros puntos importantes de la capital provincial. Por su parte la "6", enlazaba el centro con los barrios Sargento Cabral y María Selva, y la "2" conectaba barrio Candiotti con el sur de la ciudad.

Hasta 1949 el servicio estuvo a cargo de la Compañía Argentina Central de Electricidad que también administraba la Usina de Calchines. A partir de entonces el Estado Provincial se hace cargo del servicio de energía eléctrica y el Municipio del sistema de TPP.

La inversión para el mantenimiento y crecimiento del sistema de TPP fue decreciendo; tanto las vías como la red eléctrica aérea se fueron deteriorando, comenzaron los problemas para pagar los sueldos de los empleados del sector y finalmente el 30 de abril de 1961, tras 47 años, los tranvías dejaron de circular.

Los colectivos comenzaron a funcionar en la ciudad de Santa Fe, como refuerzo del sistema de tranvías, en la década de 1920. La primera fue la Línea A, recordada por el color rojo en las unidades. Con el correr de los años se convirtió en la "1". Luego aparecieron la "B" (reconvertida en la 7) y la "D"



(transformada en la 8). También se sumaron la “F”, posteriormente llamada “9” y la “G” que actualmente se la conoce como la “10”.

La historia de los colectivos, sus empresas y la explotación del servicio no escapa a los vaivenes de la política y la economía que atravesaron al país en la segunda mitad del siglo XX. En el año 1946 el Estado Nacional estatizó las líneas de colectivos, en 1955 se privatizaron nuevamente hasta la actualidad.

2.2. El ferrocarril en la Provincia de Santa Fe

En el caso de la ciudad de Santa Fe, la infraestructura ferroviaria se insertó en una ciudad preexistente, teniendo que adaptarse a la trama urbana, a la geografía y a las tensiones y presupuestos locales.

En noviembre de 1867, la necesidad de transportar la producción agrícola desde el Oeste de la Provincia hasta la ribera del Río Paraná era creciente, lo que dio comienzo a proyectos de ferrocarril que unirían la ciudad de Santa Fe con las colonias del Oeste. Luego de varios proyectos no concretados, en noviembre de 1882 se contrató a una empresa británica para construir un ferrocarril a vapor de 100 kilómetros de extensión, que partiría desde el embarcadero de la Ciudad de Santa Fe y se dirigiría hacia el norte, pasando por el Río Salado y las principales colonias hasta el momento. La línea recibió el nombre de Ferrocarril de Santa Fe a las Colonias.

El primer tramo inaugurado fue Santa Fe-Esperanza y más tarde se extendió hasta Humboldt, Pilar, Aurelia, Rafaela y Lehmann. Posteriormente, en 1886, se inauguró un nuevo tramo desde Lehmann hasta Ñanducita (localidad ubicada a más de 100 kilómetros al norte) y se proyectó un tramo desde Esperanza hacia el sur pasando por: San José, Franck, Las Tunas y San Carlos.

En 1888 ya estaban autorizados los ramales: San Carlos-Rosario, Lehmann-Córdoba y Santiago del Estero y Santa Fe-San Cristóbal, y ya se anunciaba la pronta unión de Santa Fe con Rosario y Buenos Aires (la cual se concretó en 1892), contando con más de 2000 kilómetros de vías férreas. Simultáneamente la provincia mantenía negociaciones con una empresa francesa para que se encargaran de la explotación y construcción de la línea que uniría San Cristóbal-Tucumán, la cual se denominó posteriormente Ferrocarril Central Norte.



Figura 1: Estación Esperanza del ferrocarril Santa Fe - Las Colonias

(Fuente: www.revistatodotrenes.blogspot.com)

A su vez, la inserción de las nuevas líneas férreas trajo la “colonización” del centro-norte santafesino, potenciando en las regiones menos pobladas el asentamiento y la explotación de las tierras y generando una circulación de materias primas y manufacturas entre la capital y las incipientes colonias. De esta manera, el rol central de la ciudad capital se vio optimizado y sufrió las transformaciones necesarias en su tejido urbano que se fue adaptando a ser terminal y cabecera de una amplia red de comunicaciones. En este período, la imagen de Santa Fe se fue despegando de la de una ciudad colonial tradicional y fue virando a la de una ciudad más moderna con cambios en su diseño urbano, construcción de edificios públicos y la promoción del desarrollo de servicios como luz eléctrica, telefonía, agua corriente, alumbrado público con faroles de gas y adoquinado de calles. El ferrocarril reorganiza la articulación del espacio en la ciudad de Santa Fe.

A principios del siglo XX, la ciudad de Santa Fe poseía tres estaciones ferroviarias principales: la terminal de los ferrocarriles de la provincia de Santa Fe, inaugurada en 1885 y localizada junto al área central de la ciudad (FCSF)¹, en la cual se almacenaba mercadería en sus amplios galpones y se realizaban tareas de carga y descarga de vagones; la estación del ferrocarril británico Buenos Aires y

¹ Se trataba del Ferrocarril Santa Fe a las Colonias, inaugurado en 1885 y que tras varias transferencias terminó siendo absorbido por el Ferrocarril Nacional General Manuel Belgrano (FCNGMB), debido a la nacionalización de 1947.

Rosario, librada al servicio en 1892 en el sector suroeste (FCBAyR)², contaba con oficinas, boleterías, playa de cargas con galpones de trasbordo, viviendas y un destacamento de Vía y Obra; por último, la terminal estatal de la línea Central Norte Argentino, construida entre 1912 y 1928, emplazada en el límite noreste de la trama urbana en ese entonces (FCCNA)³, la cual comenzó siendo la más precaria y terminó siendo cabecera de la línea férrea debido al alto tránsito ferroviario de pasajeros.

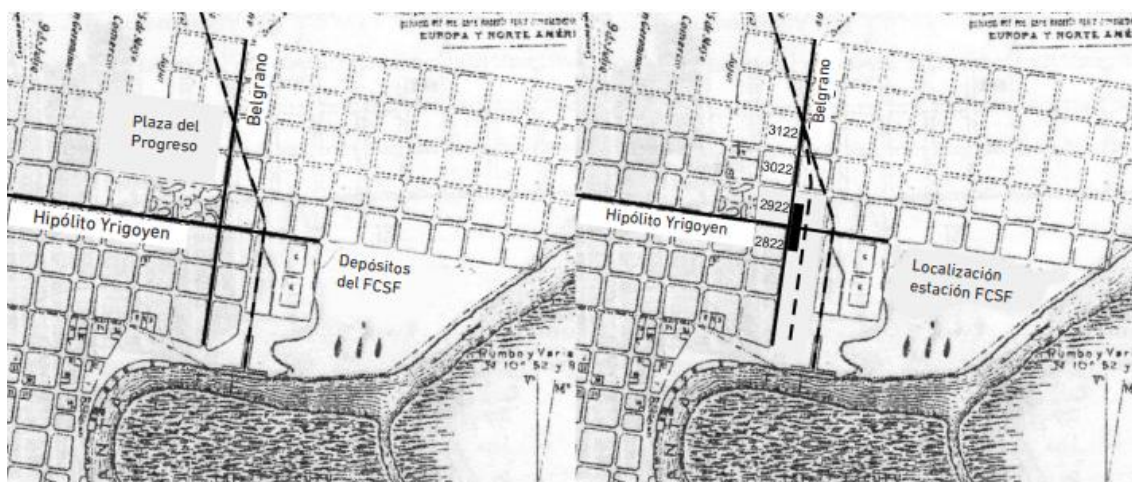


Figura 2: Plano de la ciudad de Santa Fe del siglo XX.

(Fuente: La estación del ferrocarril Santa Fe y la configuración de un espacio urbano diverso,

Ma. Alejandra Saus, 18 de octubre de 2012)

La Estación Guadalupe funcionó entre 1908 y 1993 como punto intermedio entre las estaciones de Santa Fe y Laguna Paiva. Se encuentra ubicada en el oeste del barrio Guadalupe. Además, se encontraba operativa la estación Santa Fe Cambios, la cual funcionaba como playa de maniobras para trenes de carga. En este punto, ubicado donde hoy en día se encuentra el Parque Federal y La Redonda, convergían varios ramales lo cual lo hacía un lugar estratégico para clasificación de cargas, alistamiento y mantenimiento de vagones y relevos de guardatrenes y maquinistas. La estación dejó de operar en 1990.

Cabe destacar que en la época era tan importante el desarrollo ferroviario que se contaba con talleres en la ciudad de Santa Fe y Laguna Paiva, en los cuales se realizaban múltiples tareas, como ser: reparaciones, mantenimiento, restauraciones, construcciones, almacén de distintos tipos de materiales, etc., y trabajaba gran cantidad de personal con distintos niveles de calificación. Por otro

² El Ferrocarril Buenos Aires y Rosario, inauguro su estación en 1891 en la ciudad, siendo en ese momento de capitales británicos. En 1948 fue nacionalizado con el nombre Ferrocarril Nacional General Bartolomé Mitre y su edificio aún se encuentra en las calles Gral. López y Dr. Zavalla.

³ La línea pertenecía a los ferrocarriles de fomento del Estado y data en la ciudad desde 1908. Su estación definitiva se construyó sobre Bv. Gálvez y calle Avellaneda. Luego del proceso de nacionalización recibió el nombre de Ferrocarril Nacional General Manuel Belgrano y absorbió al FCSF. Al día de hoy se utiliza como un centro de recreación y convenciones.



lado, era tanto el consumo energético que demandaban las distintas tareas relacionadas a la actividad ferroviaria que se decidió abrir una usina propia del ferrocarril para autoabastecimiento.

Como afirmó Saus (2019):

existe una relación bilateral que, en el caso de los vínculos entre infraestructura ferroviaria y estructura urbana, se representa a través de diversos indicadores: mercado de la tierra y parcelamiento, usos del suelo, articulaciones de la estación al entorno inmediato, morfología del tejido resultante, etc. En la historia de urbanización de la ciudad, podemos ver como la instalación de las estaciones ferroviarias generó un salto positivo en las rentas y las zonas cercanas a ellas fueron mejorando y urbanizándose, quedando a disposición para fines residenciales.

A su vez, las estaciones en sí (con su orientación y arquitectura) han funcionado como barreras físicas generando a un lado y otro de ellas zonas con distintas características que necesitaban ser conectadas. En este sentido se rescata lo dicho por Saus (2019): “La orientación del mismo en relación a las posibilidades de expansión urbana y los caminos de hierro que conducen a ella son factores que alteran los modos de crecimiento y el tejido de la ciudad.”

No hay que perder de vista que la configuración ferroviaria a través del tiempo ha acarreado diversas dificultades funcionales en la ciudad que se han visto cada vez más evidenciadas con el desarrollo urbano, como ser: demoras en el tránsito en pasos a nivel, accidentes ferroviarios, dificultad en apertura y trazado de calles, limitaciones en el mercado de tierras, entre otros.

Cabe destacar que luego del proceso de nacionalización de los ferrocarriles, en la década del noventa fue suprimido en toda la Argentina el servicio interurbano de pasajeros de la empresa Ferrocarriles Argentinos y privatizados los restantes, quedando activas sólo un 20% de las vías.

Se ha dejado claro el rol protagónico que han tenido los ferrocarriles a lo largo de la historia argentina y la importancia que tuvieron para el desarrollo social y económico del país. Ahora bien, en las primeras décadas del Siglo XX se comenzó a percibir la aparición del vehículo automotor como una alternativa de transporte, y en torno a ello se planteó la necesidad de tener un sistema integrado de rutas y caminos. Se puede dar cuenta de dos momentos bien marcados: entre 1930 y 1940.



UTN * SANTA FE

INGENIERÍA CIVIL PROYECTO FINAL DE CARRERA

Capítulo III: LA PROVINCIA DE SANTA FE

2024



3.1. Sobre la Provincia de Santa Fe

Es una de las 24 jurisdicciones que conforman la República Argentina. Se ubica en el centro este del país (Región Litoral), ocupando una superficie de 133.007 km² y con una población de 3.544.908 habitantes (según censo de 2022); geográficamente limita al Sur con la Provincia de Buenos Aires, al Oeste con Santiago del Estero y Córdoba, al Norte con Chaco y al Este con Entre Ríos y Corrientes.

Políticamente se divide en 19 departamentos, su ciudad capital es Santa Fe de la Vera Cruz. Otros centros importantes son Rosario, siendo la ciudad más populosa en cuanto a cantidad de habitantes y muy importante por el puerto, y Rafaela, muy importante por estar dentro de la cuenca lechera del país.

La economía de Santa Fe es la segunda más importante del país, representando el 8% del total de Argentina. A pesar de que la economía está bien diversificada, la agricultura tiene un peso muy importante en los ingresos por exportaciones. El 21% de las tierras cultivadas de la Argentina están en Santa Fe, cuyos cultivos principales son soja (principal productor nacional), girasol, maíz y trigo. En menor escala fresas, miel y sus derivados, la madera y el algodón. La hierba verde que cubre buena parte del suelo de la provincia proporciona alimento a los 6,5 millones de cabezas de ganado (20% del stock nacional), que en la práctica no sólo es fuente de carne, sino de 2,6 millones de litros de leche por día.

Los puertos de Rosario y San Lorenzo son puntos de partida para la exportación de la producción de Santa Fe y de muchas otras provincias. A través de ellos sale el 65% de los cereales argentinos y el 55% de las exportaciones del país. Las manufacturas en Santa Fe representan el 18% de su economía. Produce diferentes tipos de harinas, aceites, cervezas, y otras industrias alimenticias, textiles y cuero, de hidrocarburos, refinerías de acero y la producción de metales, máquinas industriales y agrícolas, la industria del automóvil y otros. El sector de servicios está bien desarrollado y muy diversificado, aunque el turismo no es una actividad importante.

En el territorio provincial de Santa Fe, se encuentra vigente la Ley de Creación de Áreas Metropolitanas N°13532, la cual favorece la creación de estas. Es una ley muy importante para la región y que impulsa proyectos de conexión eficiente en la zona, definiendo este tipo de áreas de la siguiente manera:

“...espacios territoriales de articulación de espacios urbanos, más amplios que los ámbitos municipales o comunales, más heterogéneos y por lo tanto más complejos, que se organizan a través de un órgano de coordinación y gestión. Tienen su origen en el reconocimiento de la presencia de interconexiones de tipo funcionales, económicas, físicas, sociales y culturales que responden a nuevas formas de entender el territorio con un sentido estratégico, como espacio relacional de actores públicos y privados que intentan coordinar acciones, para el tratamiento de problemáticas comunes que hacen a la calidad de vida de los ciudadanos y al desarrollo estratégico de la región. Las Áreas Metropolitanas se caracterizan por el desplazamiento de la población, las industrias y los servicios desde la ciudad central a la periferia y desde la periferia a la ciudad central; la creación de nuevos

centros con dinámica económica y social propias en diversos puntos del territorio urbanizado; la extensión del área urbanizada más allá de los límites municipales y la creciente necesidad de una coordinación articulada de servicios públicos y problemas de gestión que afectan a la población más allá de límites jurisdiccionales específicos. . Las Áreas Metropolitanas tienen como desafío el extender las redes de infraestructura, reducir costos socio – económicos y mejorar los servicios de utilidad pública; avanzar en la gestión de un sistema de transporte público integrado que permita el acceso de la población a los empleos y servicios que se ofrecen en las diferentes localidades que integran el área; promover políticas medioambientales integradas, particularmente en la gestión de residuos sólidos urbanos; la implementación de acciones coordinadas entre lo público y lo privado para promover el desarrollo y la generación de empleo; prevenir los impactos de las emergencias hídricas; entre muchos otros...”

3.2. Servicio ferroviario y oportunidad

Hoy en día se encuentran activas en el territorio provincial múltiples líneas de ferrocarriles pertenecientes a las empresas Belgrano Cargas y Ferrocarril Mitre, siendo mucho más influyente sobre nuestro territorio la primera. A los fines de este trabajo, se analiza la situación del Ferrocarril Belgrano Cargas, ya que el proyecto Circunvalar (el cual se detalla más adelante) afecta su traza desafectando los terrenos ferroviarios de la ciudad de Santa Fe por los que circulan hoy en día las formaciones que transportan diversas cargas.

Una vez finalizada la obra que permitirá que los trenes circunvalen la ciudad capital, disminuyendo significativamente el tiempo de viaje de estos y evitando la interrupción de la circulación del tránsito urbano. Los espacios que quedarán en desuso abarcan un total de 145 hectáreas y aún no existe un destino definitivo para ellos, pero por sus dimensiones podrían ser aprovechados con un sinnúmero de alternativas.

Sin dudas, el futuro de los terrenos vacantes es un tema presente en las mesas de discusión entre los representantes y agentes que influyen en el desarrollo de la ciudad, sean estos públicos o privados, y surgen los siguientes interrogantes: ¿qué sucede con el espacio ferroviario desafectado? Con esta nueva configuración y ordenamiento del transporte, quedan vacantes predios y corredores santafecinos que fueron afectados por el ferrocarril, ¿qué uso se le dará a ese suelo?

Se han planteado diversos destinos para estos terrenos, desde inversiones privadas hasta espacios de recreación, sin embargo, son muchos los analistas que plantean el aprovechamiento del espacio como un corredor de transporte urbano que permita traslados de cercanía.

En el marco de este proyecto, se busca aprovechar esta oportunidad para desarrollar una alternativa que, según criterio ingenieril, aportará valor y confort para los habitantes de las zonas aledañas, fundamentalmente para aquellos que son usuarios del Transporte Público de Pasajeros y se mueven dentro del Gran Santa Fe y en la ciudad capital.

3.2.1. Sobre el servicio ferroviario

Teniendo en cuenta la variable operativa del ferrocarril podemos identificar como inactivas a aquellas líneas o ramales que se encuentran fuera de servicio desde hace un tiempo considerable y no se encuentran en miras de ponerse en marcha y como suspendidas a aquellas líneas o ramales que se encuentran momentáneamente fuera de servicio por tareas de mantenimiento, reparación u otra índole.

En la figura 3 se muestra la red completa del Ferrocarril Belgrano Cargas que estuvo alguna vez activa en el país. Analizando la traza, observamos que se ha materializado la lógica exportadora configurándose de manera radial desde los principales puertos del país. Debemos destacar la convergencia de vías en la localidad de Santa Fe, la cual fue una importante ciudad portuaria en su momento. No cabe dudas que el trazado férreo guardó desde siempre una estrecha relación con las actividades económicas del país, lo cual refleja además los intereses políticos del Estado Nacional en las últimas décadas; siguiendo la misma lógica, las líneas inactivas reflejan la existencia de las zonas menos productivas y con menor potencial de desarrollo que no reciben ayuda del Estado.

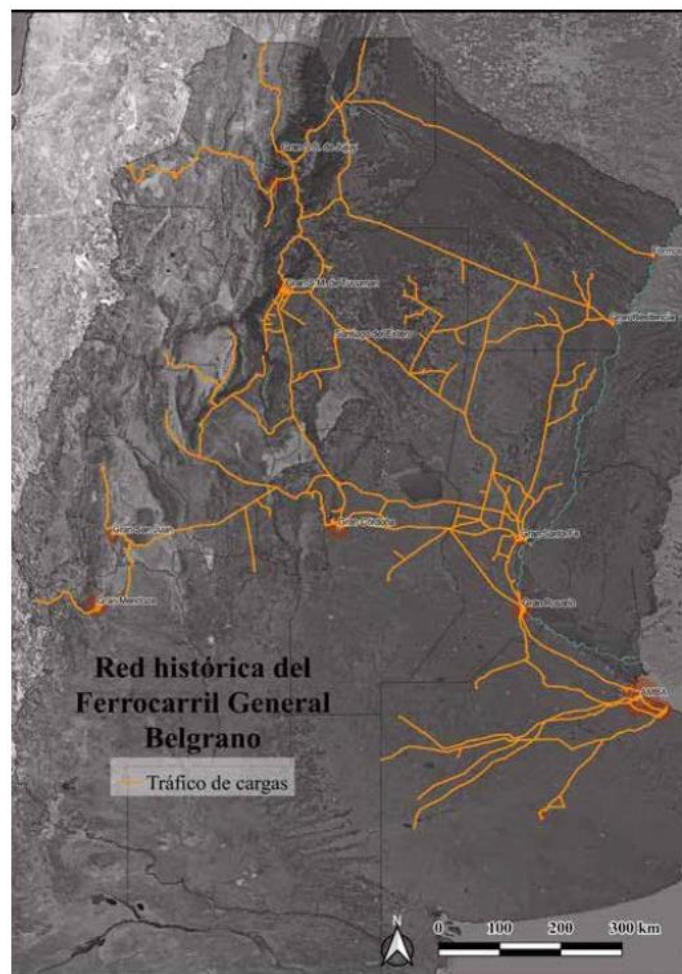


Figura 3: Mapa de la red histórica del Ferrocarril Belgrano

(Fuente: Atlas del Ferrocarril Belgrano; María Alejandra Saus)

En el mapa de la siguiente imagen se diferencia el servicio de cada una de las líneas que integraban la red de ferrocarril y en el mismo se advierte que el antiguo Ferrocarril Belgrano incorporó el tráfico de cargas en un 80% de su red, compartiendo parte de ella para uso mixto (carga y pasajeros) principalmente en las provincias litorales cercanas al Paraná. En general las trazas utilizadas para servicio mixto culminan en alguna ciudad portuaria (Resistencia, Santa Fe, Buenos Aires). El tráfico único de pasajeros quedó reducido al Área Metropolitana de Buenos Aires y a un tramo muy pequeño en Córdoba.

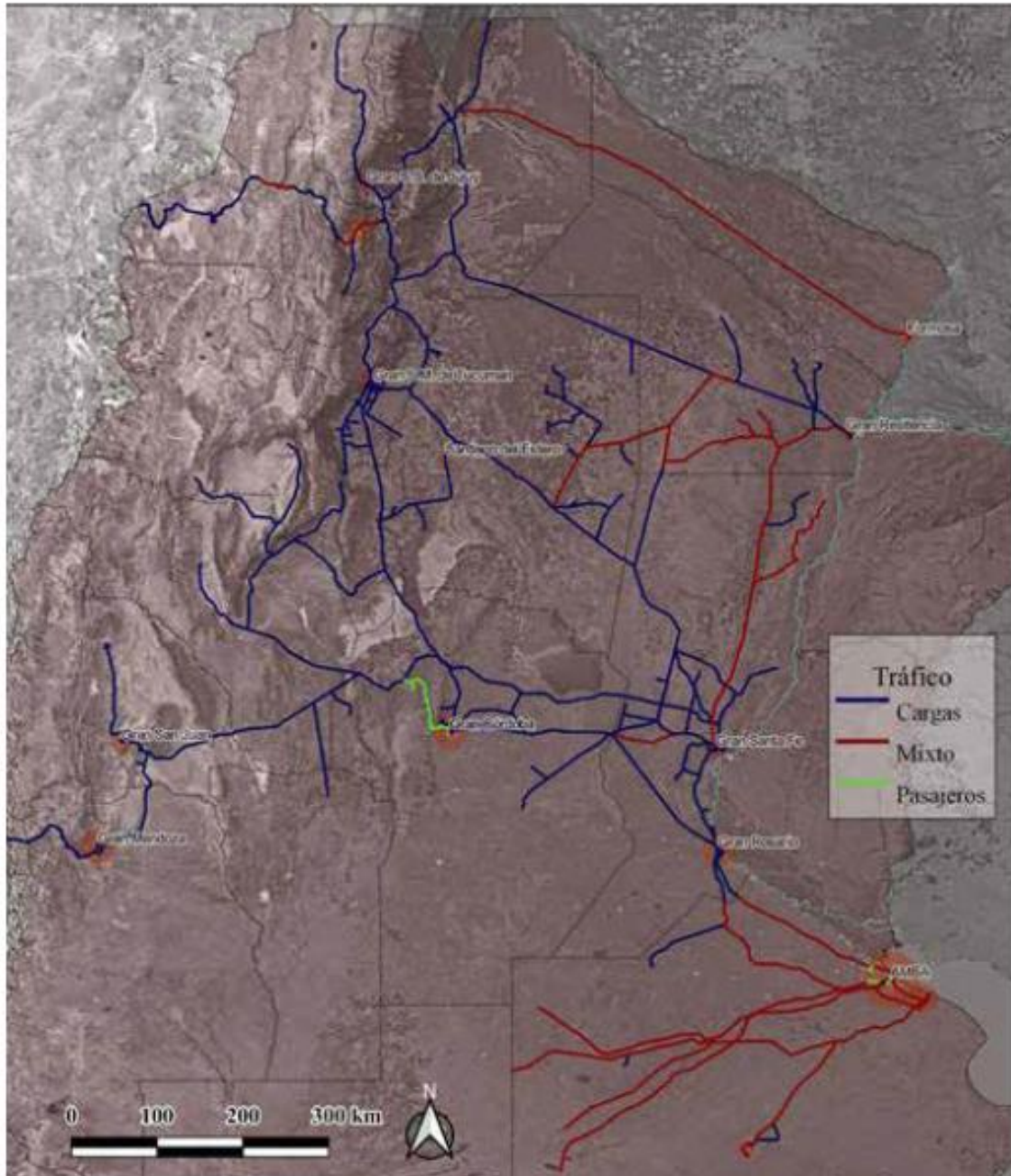


Figura 4: Mapa de tipos de tráfico (Cargas, mixto y pasajeros)

(Fuente: Atlas del Ferrocarril Belgrano; María Alejandra Saus)

Como se ha mencionado anteriormente, el ferrocarril ha sufrido un desmantelamiento progresivo, con su pico durante la década del noventa, quedando su funcionamiento muy reducido hoy en día. El trazado activo actualmente se refleja en la figura 5, en la cual se advierte la concentración del tráfico ferroviario en sectores puntuales y hacia el litoral, principalmente hacia Rosario.

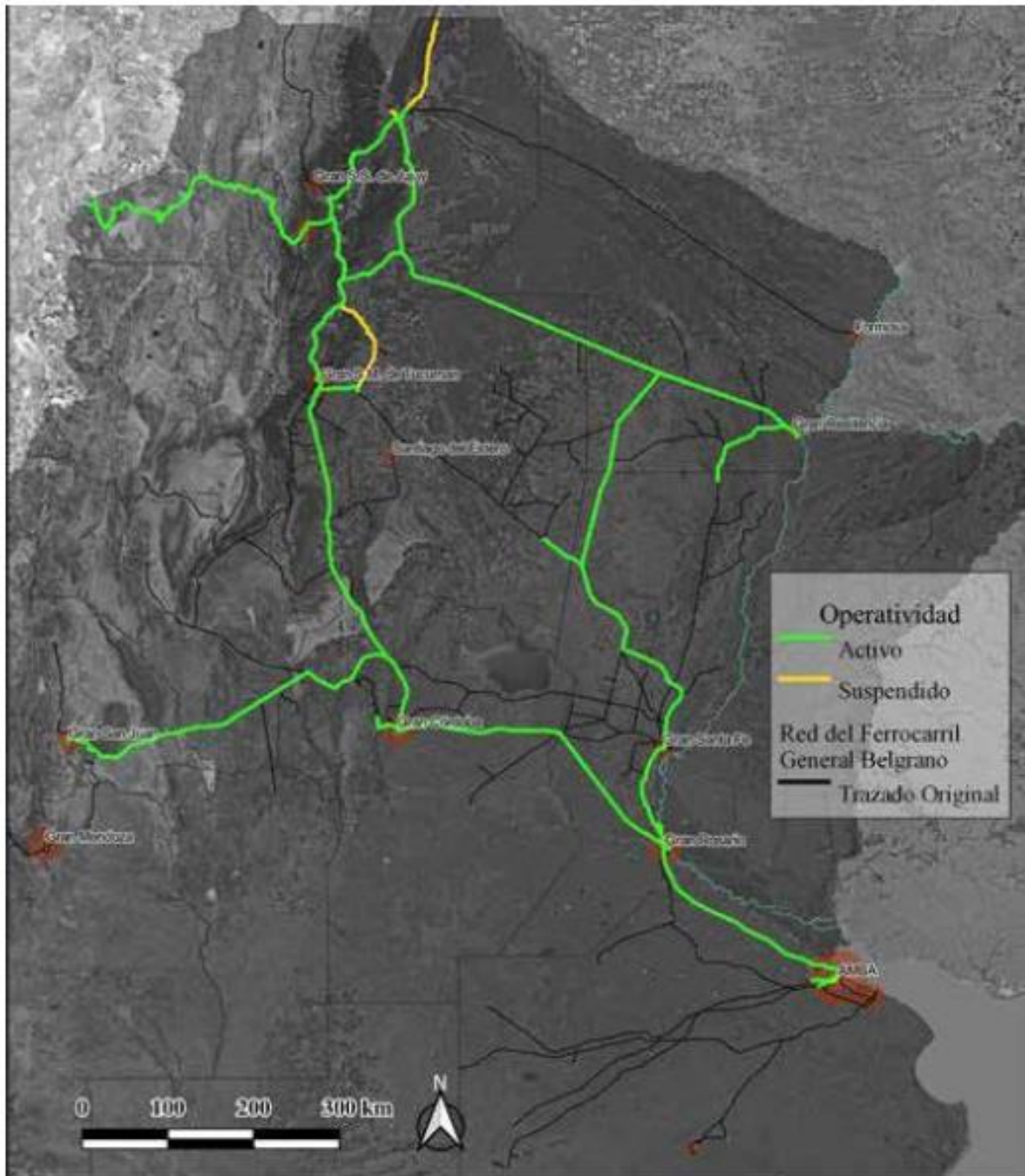


Figura 5: Mapa de Operatividad Nacional (activo e inactivo)

(Fuente: Atlas del Ferrocarril Belgrano; María Alejandra Saus)

Particularizando el análisis de las líneas y ramales ferroviarios que se mantienen activos en la Provincia de Santa Fe, podemos observar en la figura 6 el detalle de la traza en color verde: línea C (Santa Fe-Tostado), línea F1 (Santa Fe-Rosario) y dos ramales con dirección al noroeste del país, CC (Rosario-Frontera) y C6 (Tostado con dirección a Chaco). El resto de las líneas y ramales que se muestran en la figura, que en su momento conectaron las colonias agrícolas en el centro del territorio y tenían dirección hacia el norte de la provincia, ya no se encuentran operativas.

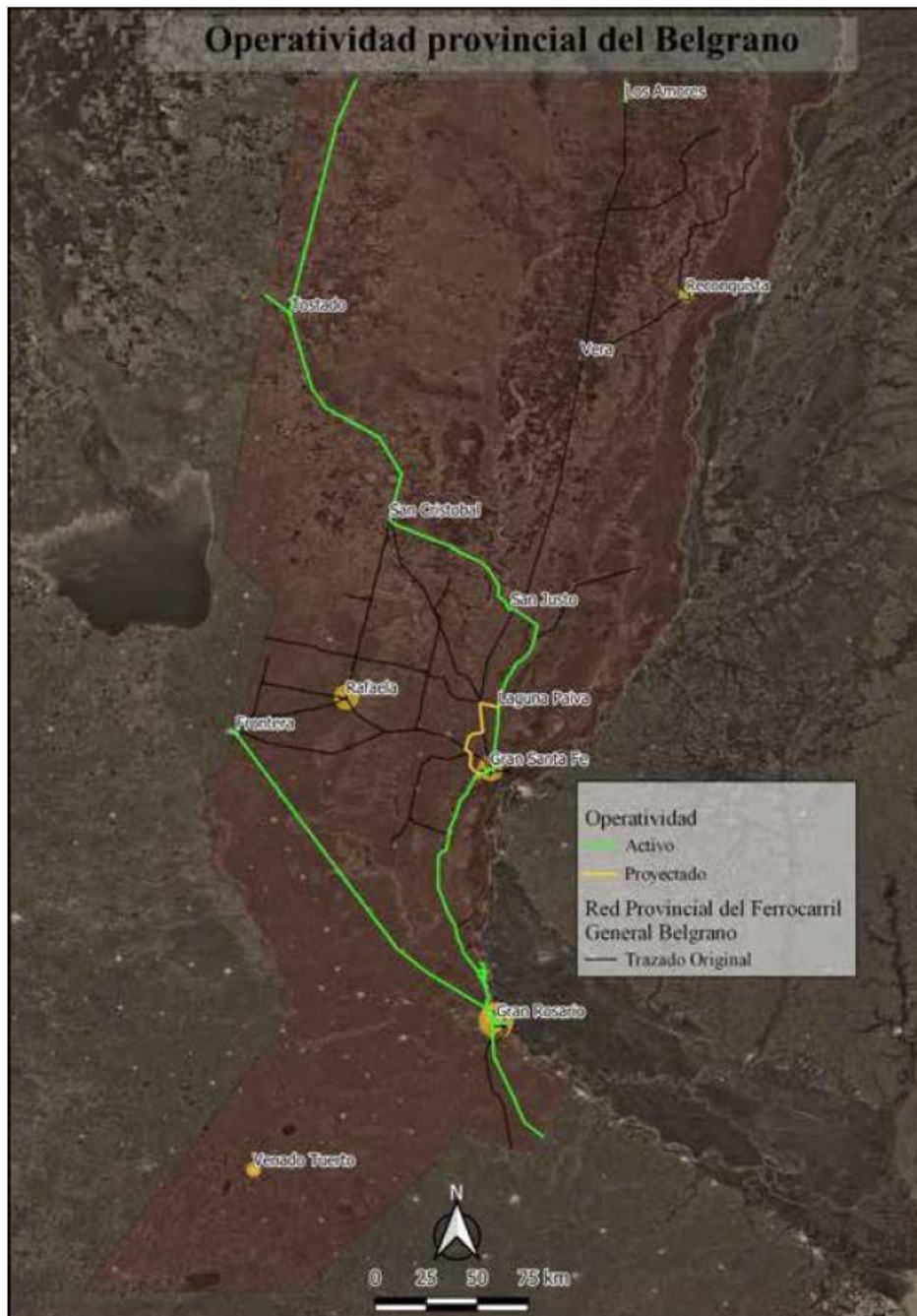


Figura 6: Mapa de Operatividad Provincial (activo e inactivo)

(Fuente: Atlas del Ferrocarril Belgrano; María Alejandra Saus)

3.2.2. El Gran Santa Fe

Analizando ahora a escala local, en la figura quedan a la vista las líneas y ramales ferroviarios con sus respectivas denominaciones existentes en el Gran Santa Fe, esto es en las localidades de Santo Tomé, Santa Fe y hasta Laguna Paiva. Las líneas F y C pertenecen a la formación del Ferrocarril Belgrano operado por Trenes Argentinos de Cargas y el ramal G21 pertenecía al Ferrocarril General Mitre. En cuanto a la infraestructura ferroviaria, su existencia o inexistencia hoy en día se indica en la Figura 8; gran parte del espacio ferroviario presenta material rodante, aunque este se encuentra en distintas condiciones a lo largo de las trazas.

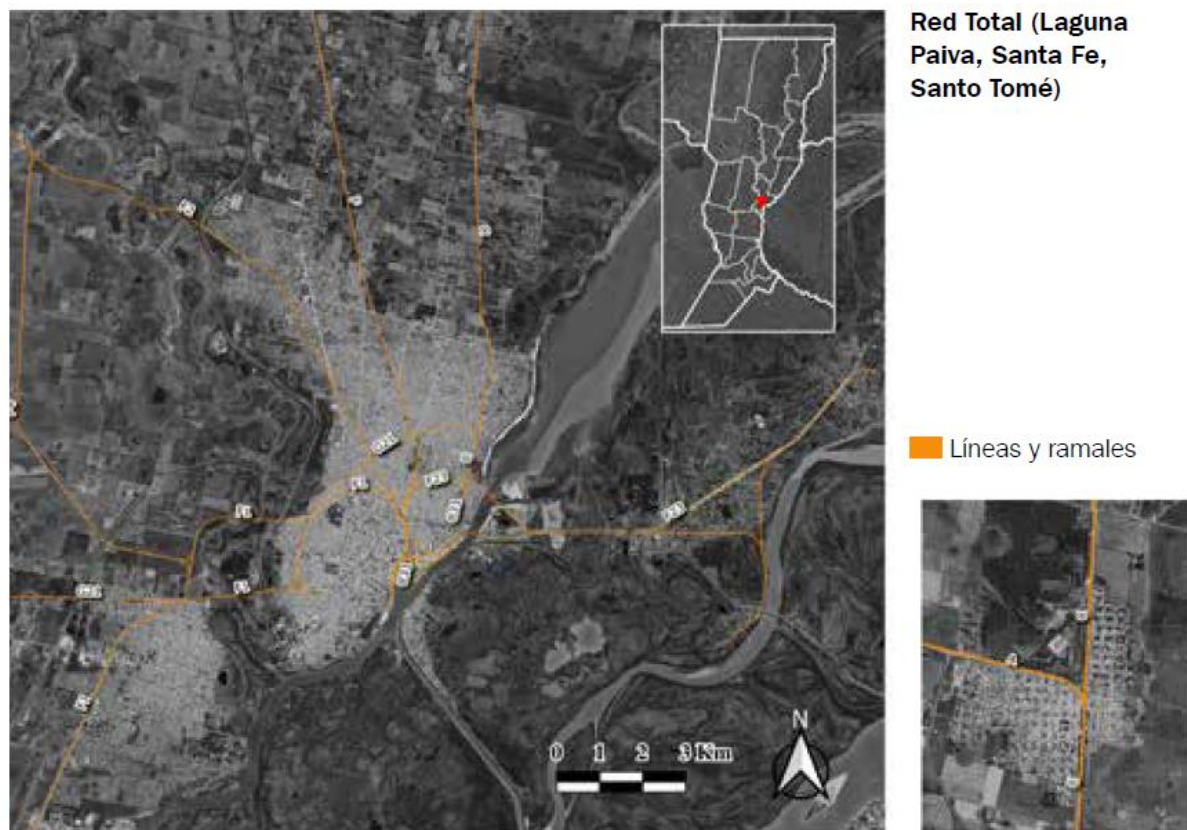
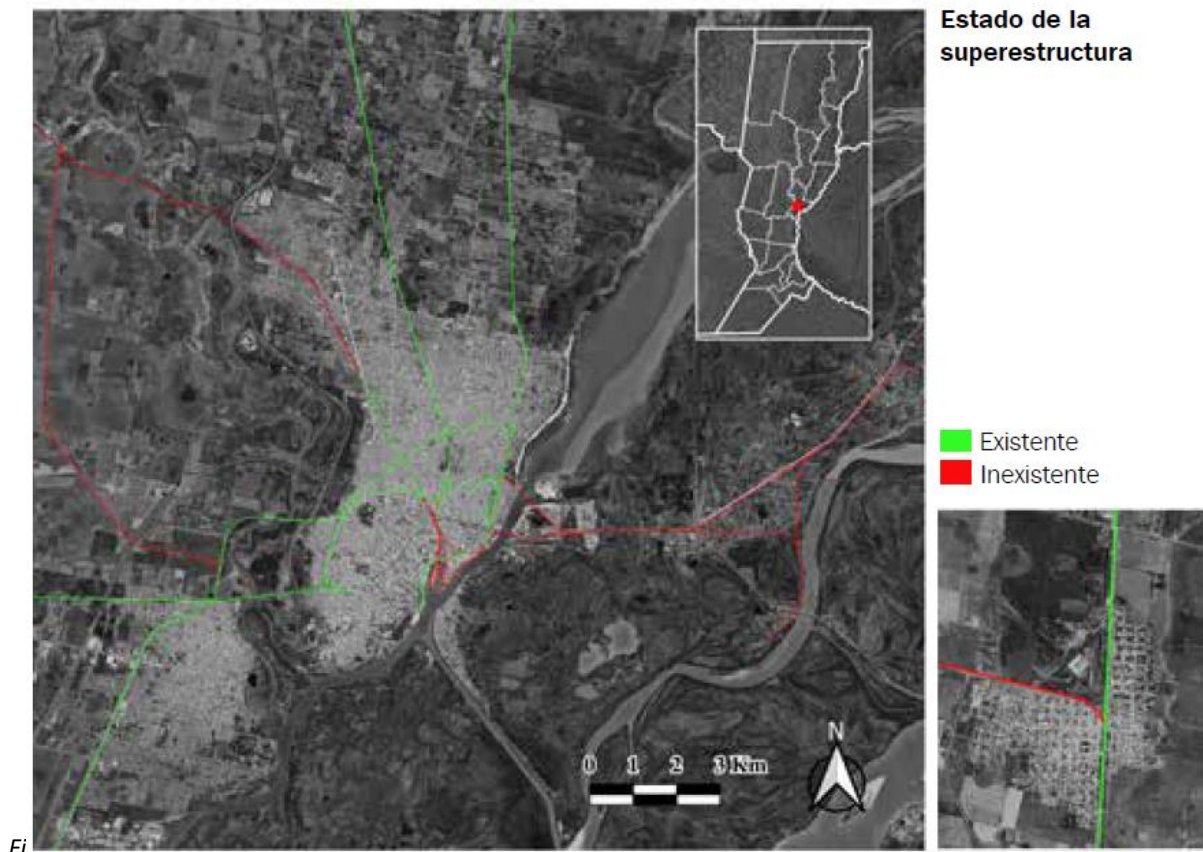


Figura 7: Mapa de la red total del aglomerado.

(Fuente: Atlas del Ferrocarril Belgrano; María Alejandra Saus)



Fi

Figura 8: Mapa de estado de la superestructura (existente e inexistente)

(Fuente: Atlas del Ferrocarril Belgrano; María Alejandra Saus)

Podría asociarse la infraestructura “existente” al servicio “activo” pero de hecho esta asunción sería incorrecta, por eso en la figura se hace la distinción entre servicio “activo” e “inactivo”.

En cuanto a la ciudad de Santa Fe y las localidades de Santo Tomé y Laguna Paiva (Gran Santa Fe), en la figura se observa que sólo las líneas C, F1 y un sector del ramal F23 (que se conectan en la localidad de Santa Fe) se encuentran operando actualmente y las líneas que han quedado inactivas son: el ramal F, el ramal A en Laguna Paiva, ramal F2, F4, C31 (funcionaba como enlace al puerto, antiguos sectores de los ramales F1 y F23 y el ramal G21 que funcionaba tanto en Santa Fe como en Santo Tomé pero en realidad era parte de la formación del Ferrocarril Mitre.

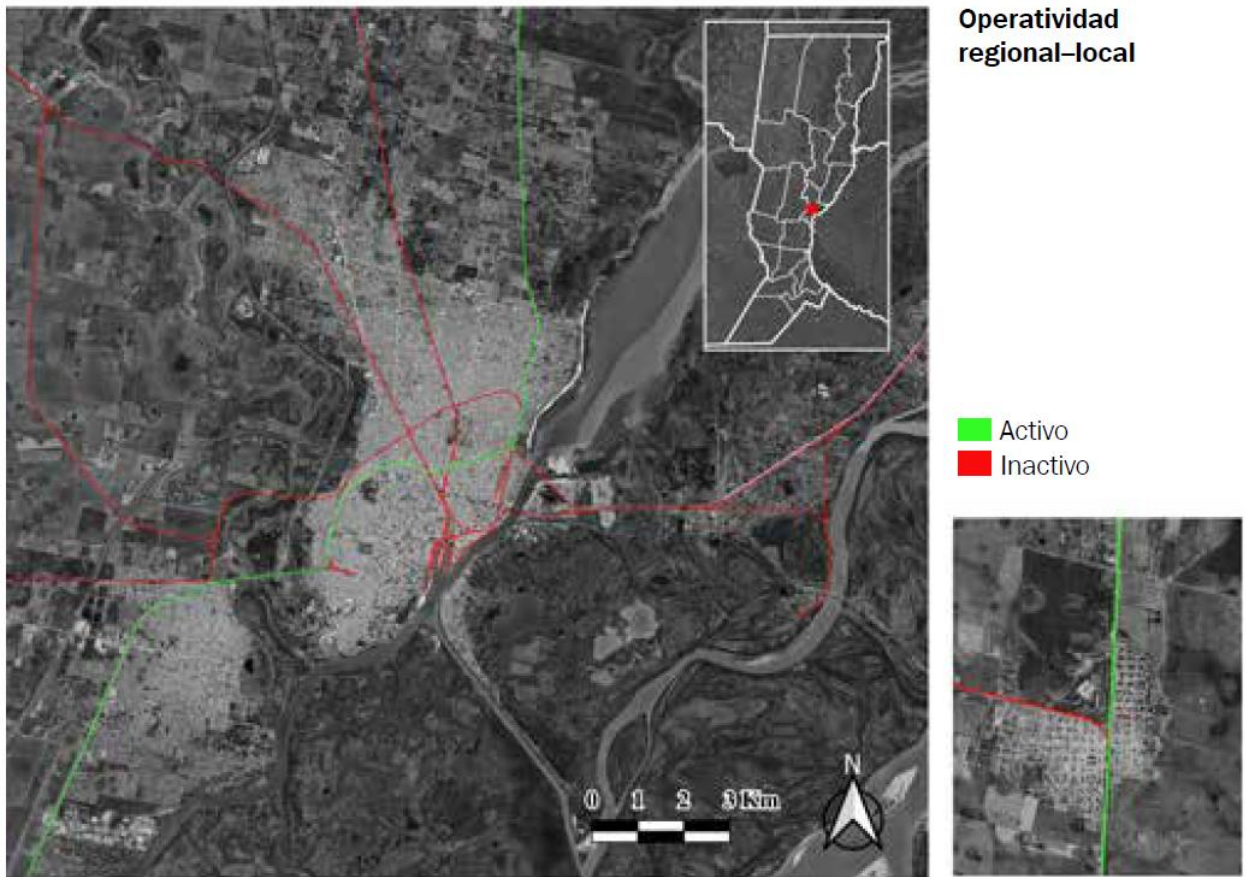


Figura 9: Mapa de Operatividad Regional-Local (activo e inactivo)

(Fuente: Atlas del Ferrocarril Belgrano; María Alejandra Saus)

La traza del Ferrocarril Belgrano, como lo han tenido siempre los ferrocarriles, tiene un impacto notorio sobre la trama de las localidades del Gran Santa Fe al transitar a través de ellas. En la ciudad de Santa Fe, se advierte claramente la presencia del ferrocarril ya que ingresa por el noreste y atraviesa todo el territorio urbano hacia el suroeste para luego ingresar en Santo Tomé. En esta última localidad, excepto por una zona al oeste, la disposición del ferrocarril ha sido más periférica. En el caso de Laguna Paiva se observa un desarrollo urbano paralelo a las vías a ambos lados de ellas.

Cabe recordar que esas tramas se verán fuertemente afectadas por el Plan Circunvalar antes mencionado y se aprovecha para el desarrollo del presente proyecto.

Nhjxssssssju<A

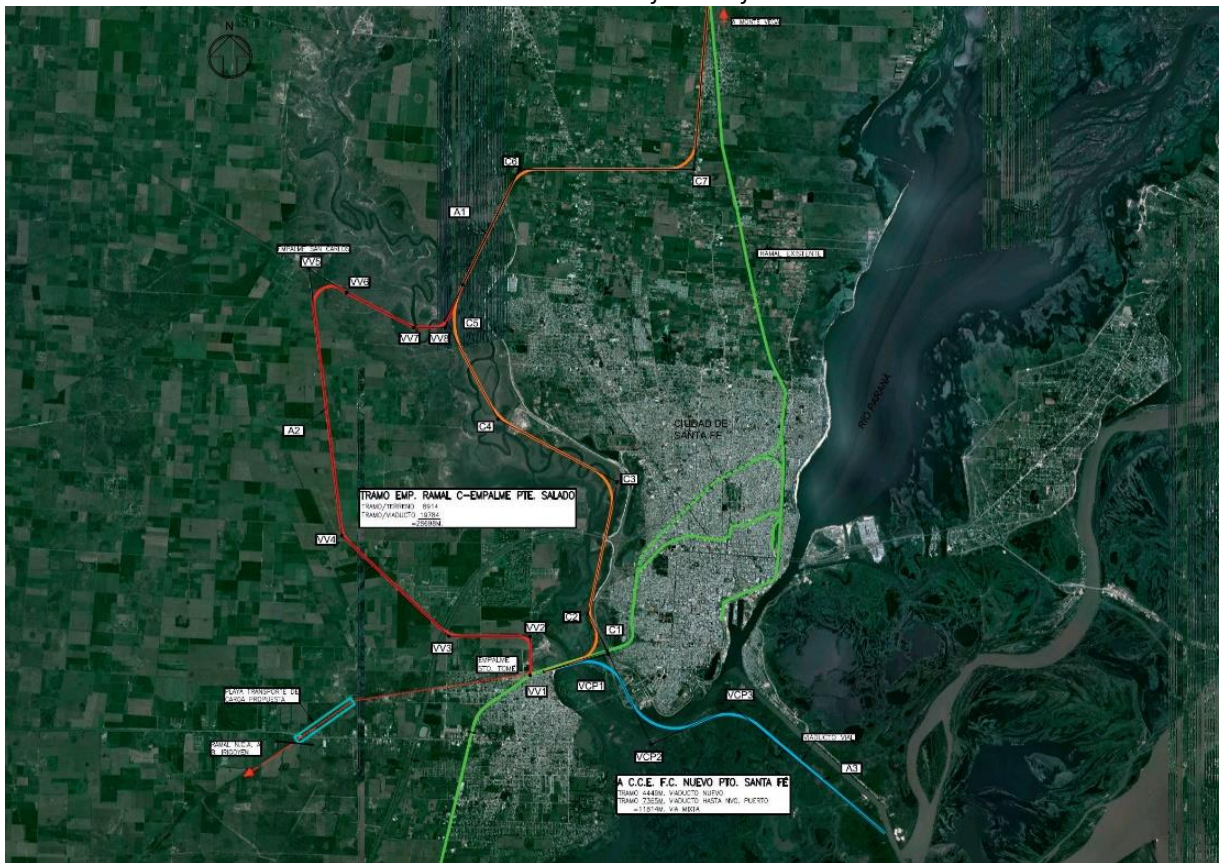


Figura 10: Referencia de redes que quedarán inactivas una vez puesto en marcha el plan Circunvalar.

En verde, línea continua (a nivel), las trazas operativas que serían desafectadas. En línea discontinua, el enlace inactivo en alto nivel que iba a aprovecharse. En anaranjado y en rojo las circunvalaciones proyectadas y en celeste el acceso al nuevo puerto.

(Fuente: Proyecto Recuperación y Mejoramiento del Ferrocarril Gral. Belgrano. Estudios Ambientales. Secretaría de Transporte - Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios)

3.2.3. Circunvalar de Santa Fe

Este proyecto con una inversión de \$6.000 millones, se licitó en el año 2019 y fue adjudicado en Julio de 2021 a 3 consorcios quienes son los encargados de llevarlo a cabo (Vial Agro, la UTE Pietroboni – Merco Vial – Sabavisa y la UTE Ferromel – Herso). La obra empezó en los últimos meses del 2021 y a inicios de 2023 ya llevaba un 60% de avance. La vía que dejarán de utilizar los trenes cargueros entre Santa Fe y Laguna Paiva no quedará inactiva, ya que está previsto que sea utilizada por el anunciado servicio regional de pasajeros entre ambas localidades, cuya implementación viene demorada.

Con respecto a que pasará con las vías y terrenos que quedarán ociosos en la ciudad cuando el tren de cargas deje de pasar, en una entrevista del día 10 de diciembre del año 2022 que realizó el diario El Litoral a Martín Gainza, vicepresidente de Trenes Argentinos Cargas, encontramos la siguiente respuesta:

“Habrá que hacer un relevamiento, ver cuáles son los terrenos que quedarán dentro de la operación ferroviaria y cuáles no. Hay que recordar que la provincia de Santa Fe y el Ministerio de Transporte de la Nación están trabajando en lo que será el regreso del tren de pasajeros entre Laguna Paiva y Santa Fe. Así que todo esto habrá que discutirlo en su momento y decidir qué se va a hacer.”

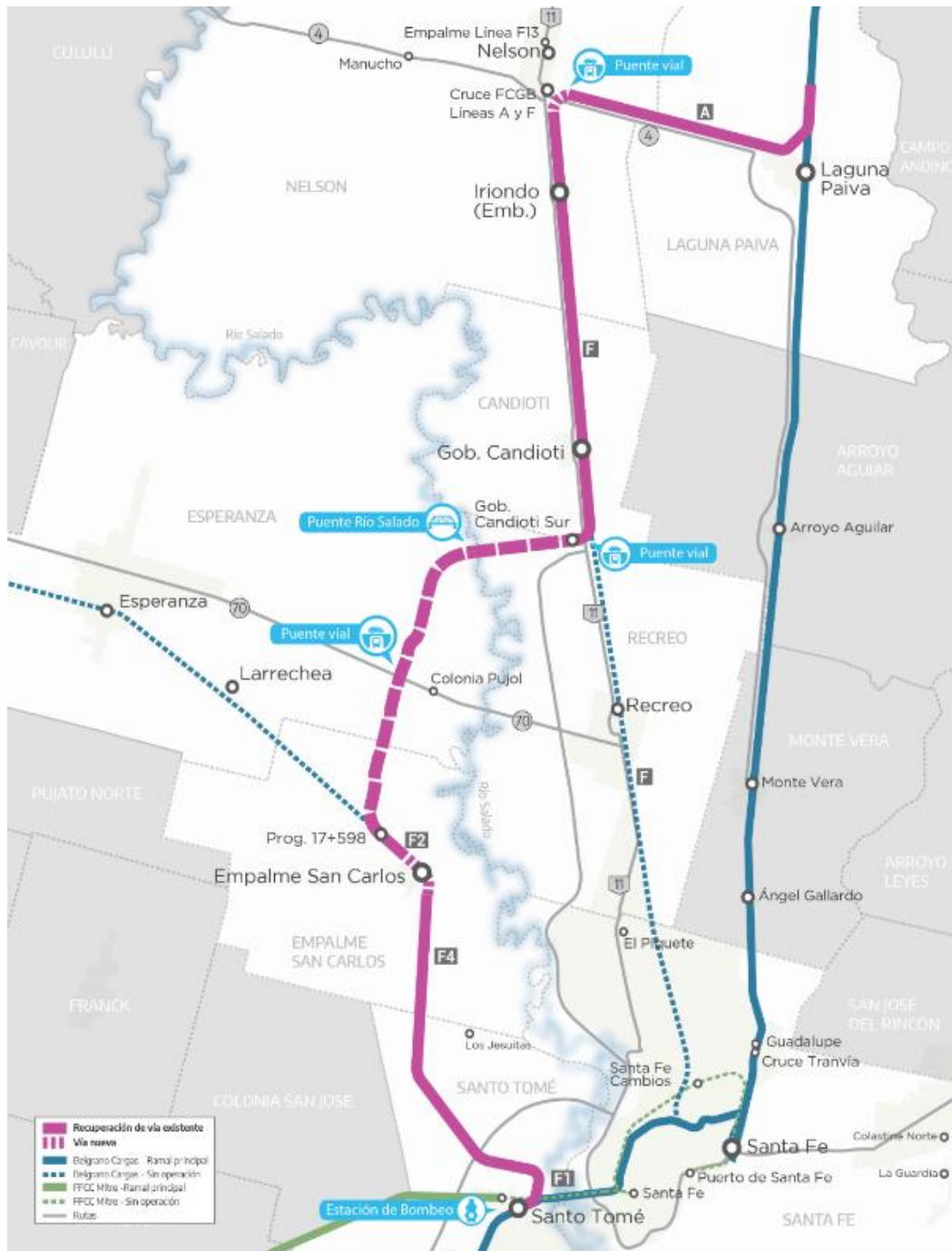


Figura 11: Mapa de la red ferroviaria en la ciudad de Santa Fe y alrededores. En magenta, el tramo de la “circunvalación”

(Fuente: www.ellitoral.com)



Actualmente esta obra se encuentra paralizada por la situación del país, no se sabe a ciencia cierta cuando se reactivarán las obras de inversión pública, pero lo que sí es seguro, es que el circunvalar en algún momento tendrá su fin de obra, el cual marcará un gran avance en la logística ferroviaria de la región.

3.3. La infraestructura vial del Gran Santa Fe

La conexión del área del Gran Santa Fe se realiza a través de la Ruta 168, Ruta 1, Ruta 11, Puente Carretero y Puente Oroño, estas vías de comunicación son de vital importancia para el normal desarrollo ya que son utilizadas a diario por los habitantes para moverse a través de la misma con el objetivo de llegar a sus respectivas actividades. Las entradas y salidas de nuestra ciudad, además de las ya mencionadas, se dan a través de la Autopista Santa Fe-Rosario. Todas estas vías de comunicación sirven tanto para los usuarios de los medios de TPP como así también para los usuarios de vehículos particulares.

Dentro de la ciudad se cuenta con ciertas arterias principales que, conectadas a los ingresos ya mencionados, forman una red de transporte que sirve para agilizar el tránsito y el normal funcionamiento. Algunas de estas arterias son Bv. Galvez, Av. Aristobulo del Valle, Av. Lopez y Planes, Av. Blas Parera, Av. Facundo Zuviria, Av. Gral. Paz, Av. Freyre, entre las más importantes. Y como último eslabón de red, se encuentran las calles internas de los barrios.

Todo este entramado de avenidas y calles, ayuda al normal funcionamiento y desarrollo de una ciudad, por eso es vital que las mismas cuenten con un buen mantenimiento y estado a lo largo del tiempo, como se sabe, las ciudades son organismos vivos en constante crecimiento, mantener toda la red en buen estado debería ser un tema muy importante a tener en cuenta en los organismos de gobierno.



UTN * SANTA FE

INGENIERÍA CIVIL PROYECTO FINAL DE CARRERA

Capítulo IV: MOVILIDAD URBANA E INTERURBANA EN LA ACTUALIDAD

2024



4.1. Introducción

El proceso mismo de desarrollo urbano genera la formación de aglomeraciones y son éstas, simultáneamente, consecuencia y motor del crecimiento económico. Las ciudades constituyen nudos privilegiados de expansión de los mercados e innovación tecnológica, fuente de empleos de mayor calidad y mejor remuneración y de oportunidad de acceso a la educación y a la cultura. La continua ampliación de los ejidos urbanos, tanto en extensión territorial como en densidad poblacional, origina demandas crecientes sobre la infraestructura social que permita atender a las necesidades.

Además de atender el amplio campo de los servicios públicos y de las necesidades básicas de vivienda, educación y salud, el sistema de transporte y la forma de movilizar a las personas, es un elemento sustancial del desarrollo de las sociedades urbanas que debe garantizar accesibilidad e inclusión.

En la actualidad, el transporte público de pasajeros por colectivos (TPP), que conecta gran parte del Gran Santa Fe, se encuentra regulado por el Órgano de control de Transporte de la Municipalidad de Santa Fe y en el presente capítulo se analiza la condición actual de los servicios, sus características y funcionamiento. Las ofertas que se abordan son tres: Sistema Ferroviario, Servicio de colectivos y Sistema de Taxis y Remises.

4.2. Sistema de transporte público de pasajeros

4.2.1. Órganos de Control del Transporte

Según la Ordenanza N°11580, el servicio de Transporte Público de Pasajeros en el Municipio de Santa Fe está a cargo del “Órgano de Control del Transporte Público de Pasajeros por Colectivos”. Este ente ejerce el control, seguimiento y resguardo de la calidad de los servicios públicos de transporte urbano por colectivos para la defensa y protección de los derechos de sus usuarios y consumidores y del medio ambiente, velando por la observancia de las ordenanzas y la legislación que regulan la materia. Además, según el artículo 23, el Órgano de Control tiene la función de auditar el cumplimiento de las obligaciones legales y contractuales por parte de los prestadores del servicio (informando los resultados) y las acciones de control que el Departamento Ejecutivo Municipal implemente sobre el sistema de transporte, así como el funcionamiento de los talleres de inspección vehicular que operen en el marco de las reglamentaciones respectivas. También debe controlar el cumplimiento de las Normas de Calidad (ISO) solicitadas legal y/o contractualmente y realizar encuestas y evaluaciones sobre la calidad del servicio y la satisfacción con el mismo por parte de los usuarios, procesando y publicando datos estadísticos sobre el sistema.

Por otro lado, el Órgano analiza las bases de cálculo de los regímenes tarifarios y dictamina sobre las mismas a solicitud del Ejecutivo Municipal, además de analizar los recorridos y frecuencias de las líneas de transporte y dictaminar en forma previa a cualquier modificación de las mismas que disponga el Ejecutivo o el Concejo Municipal, conforme las potestades normativas y contractuales.



Las líneas de colectivos que el ente hasta aquí mencionado monitorea son las que están a cargo de las empresas Autobuses Santa Fe S.R.L y Grupo ERSA Urbano S.A., es decir las líneas que circulan exclusivamente por la ciudad capital y aquellas como la Línea 2 que llegan hasta Colastiné y San José del Rincón.

La Línea C es monitoreada y regulada por la Subsecretaría de Transporte de la Provincia. Este ente además se encarga de la recopilación de datos estadísticos, cuadros tarifarios y de que el servicio se brinde correctamente a la población.

4.2.2. Sistema de colectivos

Los recorridos de la trama urbana e interurbana de nuestra ciudad están a cargo de las siguientes empresas: Grupo E.R.S.A., Autobuses Santa Fe S.R.L., Recreo S.R.L., Kieffer Tur S.R.L., Empresa Monte Vera S.R.L. y Continental T.P.A.S.A. La flota de buses ha crecido mucho en el último tiempo y se han incorporado coches articulados, los cuales permiten llevar una cantidad mayor de pasajeros que los coches comunes y también unidades especiales para personas con movilidad reducida, que cuentan con rampas para facilitar su acceso. Según los últimos datos publicados por el gobierno municipal en el programa “Santa Fe Cómo Vamos”, al año 2022 se contaba con un total de 260 unidades y la cantidad de pasajeros que utilizaron el servicio fue de 27.507.367 (un 50,41% más respecto al año anterior).

Hoy en día, existen 16 líneas de colectivos que conectan los diferentes barrios de la ciudad capital y 3 que hacen recorridos de media distancia (Santo Tomé, Sauce Viejo, Rincón y Colastiné). La mayoría ofrece un horario de operación de 24 horas todos los días del año y una frecuencia aproximada de entre 7 a 12 minutos los días de semana, 12 a 30 los sábados y 20 a 60 minutos los domingos. Cabe destacar, que actualmente el servicio se encuentra en crisis debido al contexto económico y se han realizado reducciones y recortes respecto al funcionamiento y los horarios habituales.

Al año 2022 la red estática del sistema de TPP es de 493,94 Km y solo 30,61 Km son de carril exclusivo.

Tabla 1: Indicadores generales TPP – subsistema colectivos – Ciudad de Santa Fe. Período 2019 – 2022.

INDICADORES GENERALES	2019	2020	2021	2022
Red Estática	497,1 Km	497,1 Km	489,71Km	493,94 Km
Carril Exclusivo	30,63 Km	30,63 Km	30,63	30,61
Flota Total de las empresas	256	251	262	260
Antigüedad promedio de la flota Total	5,9	6,9	8,03	9,16
Antigüedad promedio de la flota Activa	5,7	6,8	8,03	9,16
Antigüedad promedio exigida	6			
Cantidad de Líneas de transporte	16			
Cantidad de Empresas	3			

(Fuente: Santa Fe Cómo Vamos, período 2021-2022)

En Santa Fe, las paradas de autobús se distribuyen cada 100 metros (en algunas zonas céntricas cada 200 metros), generalmente se encuentran señalizadas y con una mínima infraestructura para que las personas puedan resguardarse mientras esperan el transporte. Desde abril del 2013 se implementó el servicio “¿Cuándo Pasa?”, el cual permite a los usuarios conocer el tiempo de espera de los próximos colectivos a través de un mensaje de texto, la aplicación móvil (que hoy en día cuenta con más de 500.000 usuarios) o el sitio web correspondiente. Cada parada cuenta con un número para realizar una consulta directa, o bien, puede buscarse por intersección de calles. Para cumplir con este sistema todas las unidades deben disponer de dispositivos que contengan Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) u otro similar, de forma tal que permita visualizar en tiempo real, a través de mapas digitales, la posición de todos los vehículos de la flota y las tareas realizadas por cada unidad sobre la red de Transporte Público por Colectivos.

En el año 2016 se implementó el cobro del pasaje mediante el Sistema Único de Boleto Electrónico (SUBE), el cual ha desplazado el uso de tarjeta amarilla y las monedas. La diferencia principal de este sistema con el anterior es que ya no es necesario informarle al conductor sobre el tipo de pasaje ni la forma de pago, ya que la tarjeta tiene cargado todos los datos del pasajero y, además, cuenta con la facilidad de poder recargarse en kioscos, algunos cajeros y a través de diversas plataformas y aplicaciones móviles. La implementación de este servicio significó para Santa Fe la posibilidad de tener un control sobre los kilómetros realmente transitados y las transacciones, la unificación del sistema de cobro y lograr una planificación y gestión más eficiente, tanto de las combinaciones de colectivos como de las franquicias. Además, la incorporación de este sistema en nuestra ciudad permitió realizar diversos estudios para conocer mejor los movimientos de los usuarios dentro de la misma.

En mayo del 2017 se inauguró el Metrobús de Santa Fe, conocido como MetroFe, que consiste en un sistema de carriles exclusivos para autobuses, formando parte del sistema de autobuses de

tránsito rápido. Esta infraestructura se extiende a lo largo de 5,7 km por Av. Blas Parera, en la zona norte de la ciudad y cuenta con 30 paradas distribuidas cada 400 metros, equitativamente en ambos sentidos. El recorrido comienza en la parada Martín Zapata, en la intersección de Blas Parera y Fray Cayetano Rodríguez, en la esquina del Cementerio Municipal, y termina en dirección norte en la parada Chaco, cuando la avenida se cruza con Teniente Loza. A lo largo de esta ruta circulan las líneas 1, 1 bis, 3, 5, 9, 15 y Recreo, además de los autobuses interurbanos, lo que ha permitido reducir la duración del viaje en un 40%.

4.2.2.1. Recorridos urbanos actuales

A continuación, se presenta una figura con todos los recorridos de transporte público de pasajeros que actualmente prestan servicios en nuestra ciudad.

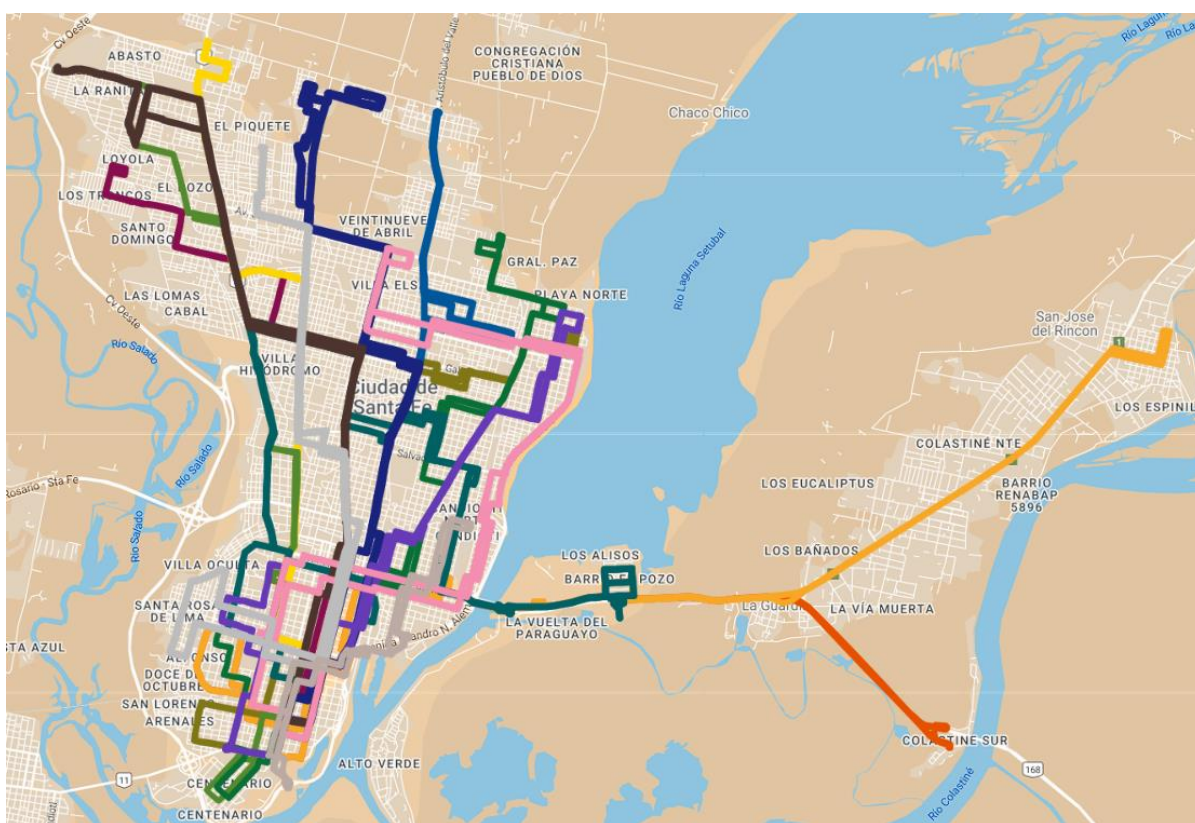


Figura 12: Mapa de recorridos de la traza urbana de nuestra ciudad.

(Fuente: Elaboración propia)

4.2.2.2. Área de cobertura

En la siguiente figura se representa la accesibilidad de la población a la red de Transporte Público. El criterio que se tomó para establecer el área de cobertura fue: se creó una banda de 200 metros a cada lado de cada recorrido con el fin de determinar la mancha cubierta por el actual servicio sobre la silueta del área total de la ciudad de Santa Fe. Esto da como resultado la siguiente figura.

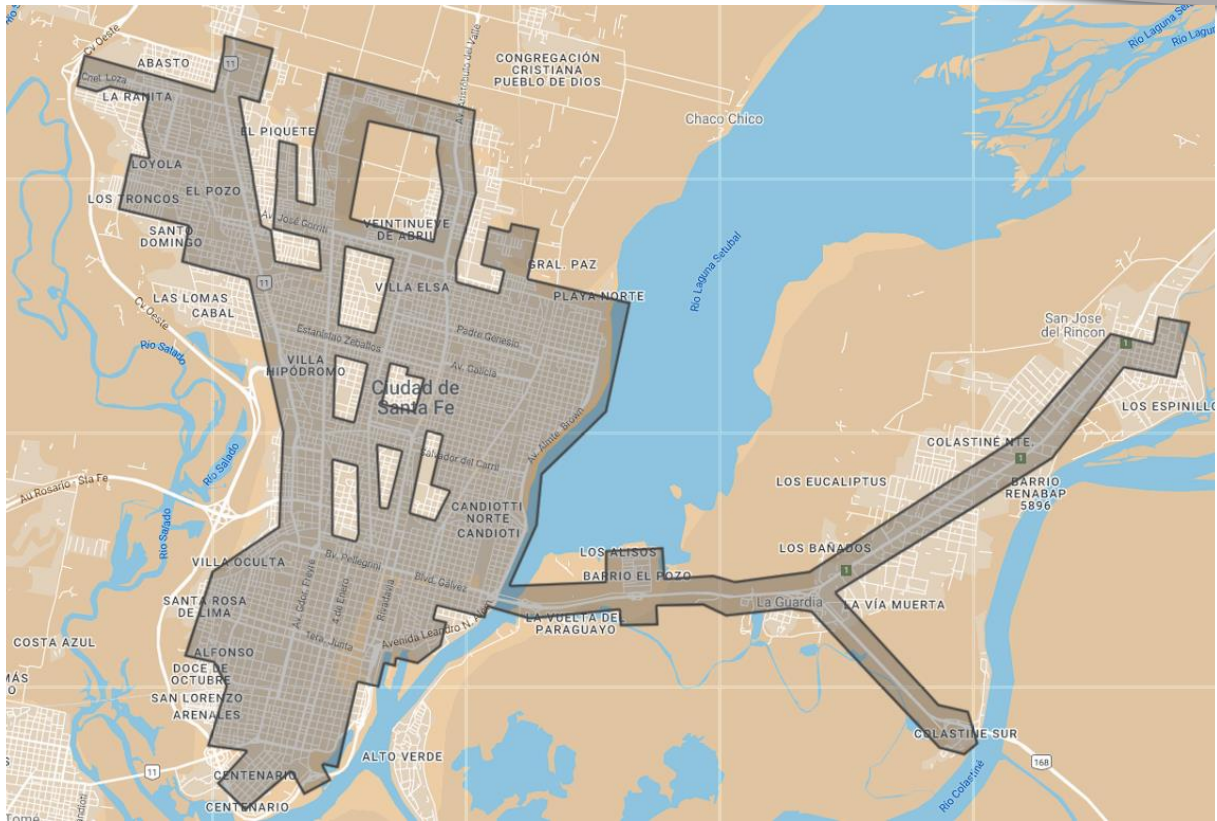


Figura 13: Área de cobertura de recorridos de la traza urbana de nuestra ciudad.

(Fuente: Elaboración propia)

4.2.2.3. Recorridos interurbanos actuales

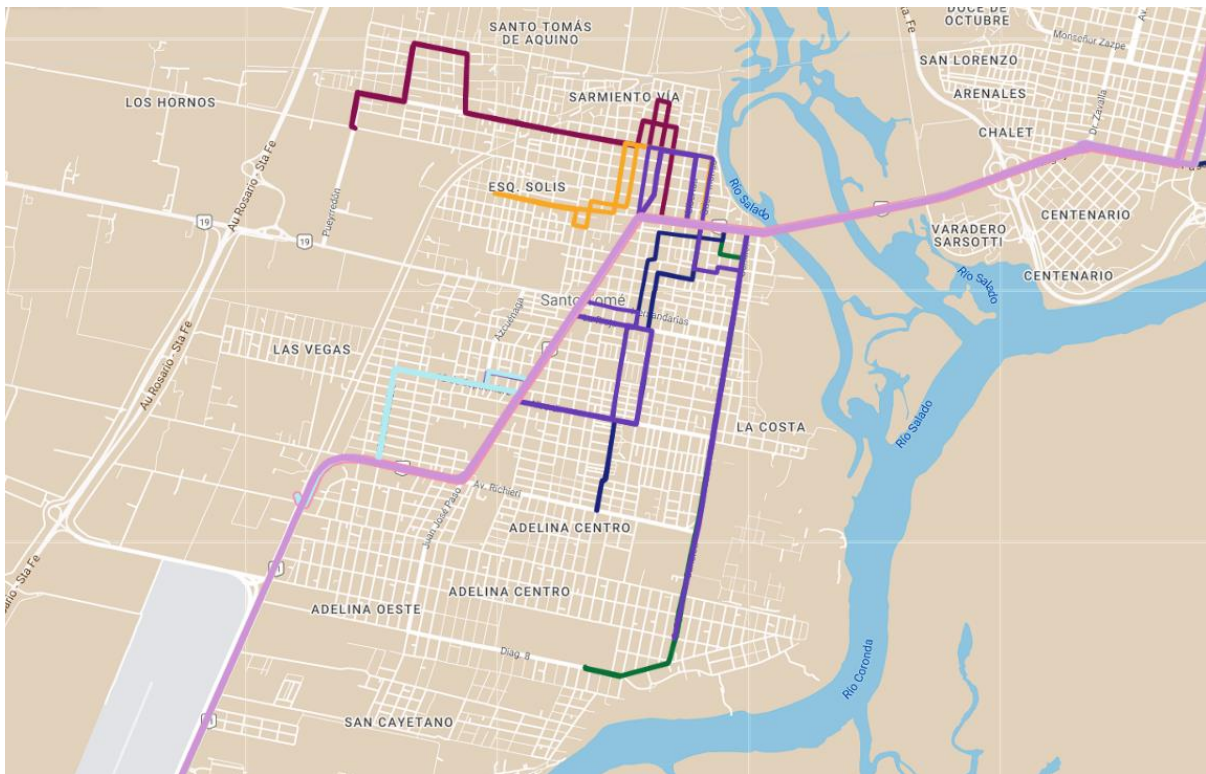


Figura 14: Mapa de recorridos de la traza interna de Santo Tome y recorridos interurbanos.

(Fuente: Elaboración propia)

4.2.2.4. Área de cobertura

Al igual que para los recorridos urbanos en la siguiente figura se vuelve a representar la accesibilidad de la población a la red de Transporte Público. El criterio tomado para establecer el área de cobertura es el mismo que anteriormente: se creó una banda de 200 metros a cada lado de cada recorrido con el fin de determinar la mancha cubierta por el actual servicio sobre la silueta del área total de la ciudad de Santa Fe. Esto da como resultado la siguiente figura.

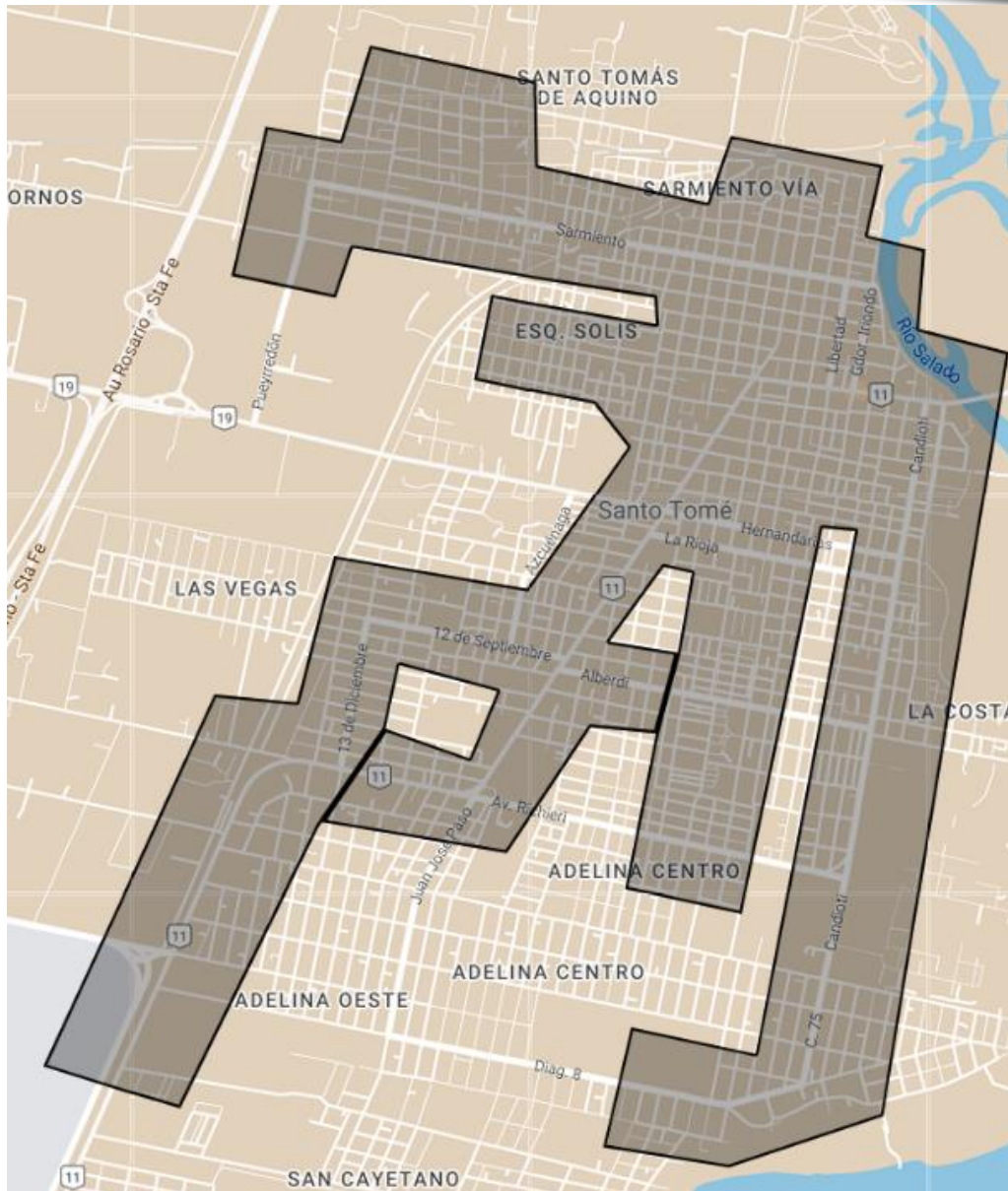


Figura 15: Área de cobertura de recorridos de la traza interna de Santo Tome y recorridos interurbanos.

(Fuente: Elaboración propia)

4.2.3. Sistema de Taxis y Remises

El servicio de taxis y remises conforman el tránsito de la región y hoy en día conviven diferentes empresas, inclusive Uber la cual fue muy resistida por la población en un principio.

Si bien el estado de este servicio no es una cuestión que se analiza en este proyecto, sí debe tenerse en cuenta su existencia y coordinación con el resto del transporte público y privado, ya que muchas personas lo utilizan para hacer viajes de media distancia.

4.3. Movimiento de los habitantes del Gran Santa Fe

4.3.1. ¿Por qué se mueve la población del Gran Santa Fe?

Analizar los motivos por los cuales las personas se mueve, permite comprender cuáles son las necesidades de viaje que las personas logran satisfacer a través de los desplazamientos en el territorio.

Según estudios llevados a cabo en el área de interés se sabe que, en la distribución de los motivos de los viajes realizados diariamente, los principales son el trabajo y las compras.

Tabla N° 2: Motivos de viaje en el Gran Santa Fe

Motivo	Cantidad	%
Trabajo	375.150	25,5
Compras	301.752	20,5
Estudio	260.195	17,7
Social/Esparcimiento	232.390	15,8
Dejar/Buscar	184.096	12,5
Personal	64.626	4,4
Salud	42.245	2,9
Otros	12.728	0,9

Fuente: EMD 2012 – Santa Fe-Paraná – PTUMA

4.3.2. ¿En qué se mueve la población del Gran Santa Fe?

Las personas se mueven a lo largo y ancho del territorio en base a necesidades y para ello utilizan los medios de transporte disponibles. Estos pueden ser: transporte público, transporte privado y/o transporte no motorizado. Es importante destacar que la disponibilidad de estos medios varía de acuerdo con la ubicación de las áreas residenciales, de trabajo y de servicios. Según estudios del 2012, el movimiento en vehículos particulares (Auto conductor, Auto acompañante y Moto) representa casi el 32% y el movimiento en transporte público (Colectivo y Taxi/Remis) el 16%.

Tabla N° 3: Distribución modal del Gran Santa Fe.

Medios	AM de Santa Fe	
	Cantidad	%
A pie	653.881	41,5
Auto conductor	212.420	13,5
Colectivo	213.095	13,5
Moto	175.330	11,1
Auto acompañante	110.223	7,0
Bicicleta	150.228	9,5
Taxi/Remis	39.415	2,5
Otros	22.041	1,4
Total	1.576.633	100

Fuente: EMD 2012 – Santa Fe-Paraná – PTUMA

4.3.3. Duración y distribución horaria de los viajes

La duración promedio de los viajes en el área del Gran Santa Fe es de 17 minutos, sin embargo, esto difiere según el medio de transporte que se utiliza. A continuación, se observa la duración promedio de los viajes por dominios en forma detallada y se destaca que los viajes de centro a conurbano y de conurbano a centro son los de mayor duración.

Tabla N° 4: Duración promedio de los viajes según modalidad en el Gran Santa Fe

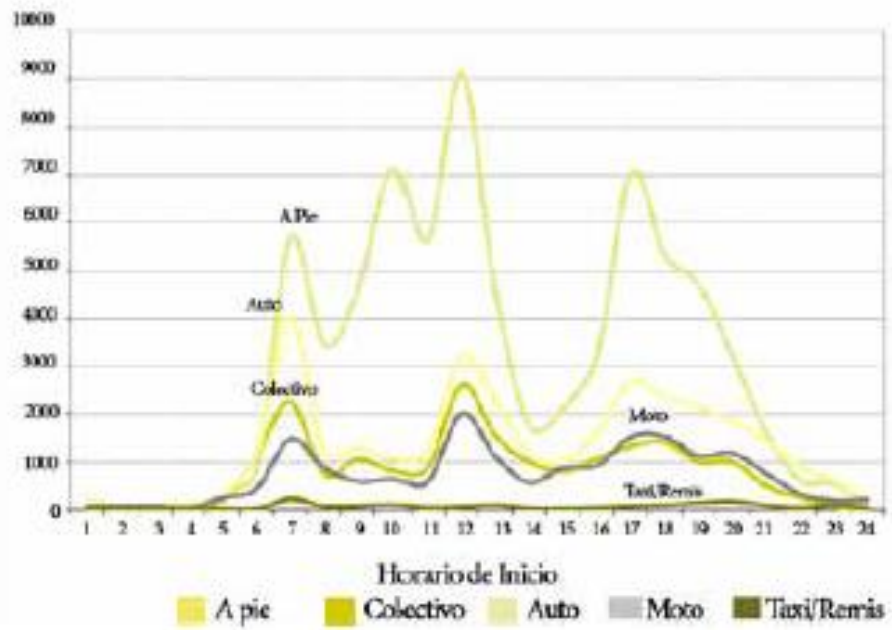
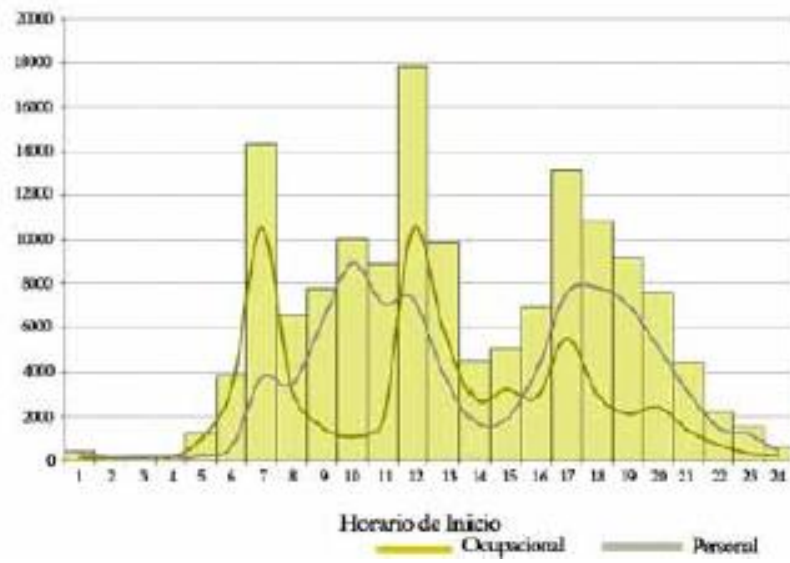
ORIGEN DESTINO	A PIE			COLECTIVO		
	Centro	Resto	Conurbano	Centro	Resto	Conurbano
Centro	12	16	10	19	21	38
Resto	16	11	9	22	20	30
Conurbano	8	9	10	42	34	24

ORIGEN DESTINO	AUTO			TAXI / REMIS		
	Centro	Resto	Conurbano	Centro	Resto	Conurbano
Centro	10	15	30	8	14	15
Resto	16	14	26	12	13	14
Conurbano	31	26	10	10	9	10

Fuente: EMD 2012 – Santa Fe-Paraná – PTUMA

La distribución horaria de los viajes en el Gran Santa Fe presenta tres picos bien marcados a las 7 a.m., a las 12 a.m. y a las 17 p.m. Estos picos coinciden con los motivos Ocupacionales (trabajo y estudio), mientras que los motivos personales se distribuyen en el horario valle de la mañana y por la tarde, entre las 18 p.m. y las 20 p.m.

Es interesante ver la distribución horaria de los viajes en función de la modalidad utilizada. Los viajes a pie presentan varios picos muy marcados durante el día, siendo esta tendencia más suavizada en el uso del resto de los medios de transporte.



Fuente: EMD 2012 – Santa Fe-Paraná – PTUMA



UTN * SANTA FE

INGENIERÍA CIVIL PROYECTO FINAL DE CARRERA

Capítulo V: ENFOQUE DE MARCO LÓGICO

2024



La Metodología del Marco Lógico se posiciona como una herramienta integral que simplifica las diversas etapas de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos. Su enfoque se orienta hacia la definición clara de objetivos, la consideración de los beneficiarios clave y la fomentación de la participación y comunicación efectiva entre todas las partes involucradas. Esta metodología destaca por su flexibilidad al ser aplicable en todas las fases del proyecto: desde la identificación y evaluación de actividades alineadas con los programas del país, hasta la elaboración sistemática y lógica del diseño de proyectos, la evaluación de dicho diseño, la implementación de proyectos aprobados y, finalmente, en el seguimiento, revisión y evaluación constante del progreso y rendimiento de los proyectos.

5.1. Sobre la problemática seleccionada

El aglomerado urbano del Gran Santa Fe abarca las localidades de Santa Fe, Santo Tomé, Recreo, Sauce Viejo y San José del Rincón. La urbe se desarrolla en una longitud de 25 kilómetros sobre la margen derecha del Río Paraná y, además, se encuentra atravesada por la Laguna Setúbal.

El Gran Santa Fe, además de ser una rica zona industrial, agrícola y lechera es el segundo nodo más poblado de la Provincia Santafesina y garantizar la interconexión entre las localidades que lo conforman es una cuestión indispensable.

Como se ha explicado hasta aquí, esta interconexión se ve afectada por sistemas de transporte ineficientes, infraestructuras viales obsoletas y por falta de organización y gestión del tránsito y de la movilidad de las personas. Esta situación, lejos de mejorar, se vuelve cada vez más compleja y difícil de corregir dado que el desarrollo y crecimiento de la urbe se da hacia el norte y al este; esto tiene que ver con que las personas se asientan en lejanías del centro, buscando tranquilidad, seguridad y costos de vida menores. Sin embargo, para desarrollar muchas de sus tareas diarias y para acceder a servicios esenciales no pueden evitar viajar al o los centros: Santa Fe y Santo Tomé.

Estos traslados de media distancia, se vuelven un verdadero trastorno, tanto para las personas que no cuentan con vehículo particular como para aquellos que sí, ya que en ambos casos quedan sometidos a un tráfico muy pesado

5.1.1. Situación coyuntural y aplicación de solución

El conglomerado urbano Santa Fe – Santo Tomé tiene una población cercana a los 500.000 habitantes, existiendo una fuerte vinculación laboral, comercial y social entre ambas ciudades. Una de las particularidades es que las mismas, se encuentran separadas por el Río Salado y vinculadas entre sí por dos uniones viales: el Puente sobre la Autopista Brigadier López, caracterizado por la circulación de transporte pesado e interjurisdiccional y el Puente Carretero, que absorbe el tránsito local y pendular, con un flujo diario superior a los 34.000 vehículos por sentido.

Este último se encuentra en situación de colapso desde abril del presente año, generando perjuicios para los usuarios que lo transitan, debido a las pérdidas de tiempo que ocasiona ya que para acceder desde el centro de Santo Tomé al centro de Santa Fe se deben recorrer casi 10 km más.



Figura 16: Análisis de distancias por el cierre del puente carretero, fecha 26 de abril de 2024.

(Fuente: : www.airedesantafe.com.ar)

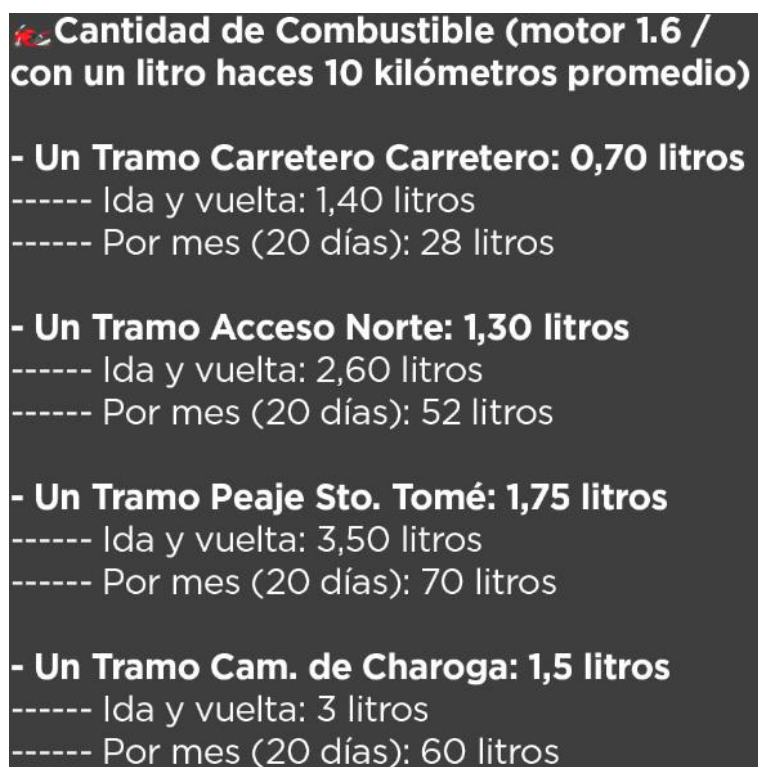


Figura 17: Análisis de cantidad de combustible por el cierre del puente carretero, fecha 26 de abril de 2024.

(Fuente: : www.airedesantafe.com.ar)

Precio Litro de Nafta Super en YPF: \$966

- Un Tramo Puente Carretero: 676.2 pesos

----- Ida y vuelta: 1.352,4 pesos

----- Por mes (20 días): 27.048 pesos

- Un Tramo Acceso Norte: 1.255,8 pesos

----- Ida y vuelta: 2.511,6 pesos

----- Por mes (20 días): 50.232 pesos

- Un Tramo Peaje Sto. Tomé: 1690.5

----- Ida y vuelta: 3.381 pesos

----- Por mes (20 días): 67.620 pesos

- Un Tramo Cam. de Charoga: 1.449 pesos

----- Ida y vuelta: 2.898 pesos

----- Por mes (20 días): 57.960 pesos

Figura 18: Análisis de gasto en combustible por el cierre del puente carretero, fecha 26 de abril de 2024.

(Fuente: : www.airedesantafe.com.ar)

Esta problemática ha sido resuelta momentáneamente con un puente Bailey colocado sobre el carretero, el cual facilita la circulación de colectivos del servicio interurbano, minibuses y transporte escolar, taxis y remises, también se permite la circulación de unidades de emergencia y seguridad. Pero eso no es una solución definitiva al problema de raíz.

Además, existe comunicación por el acceso norte de Santo Tomé, aunque el mismo no se encuentra en las mejores condiciones, sumado al gran tráfico que tiene actualmente, el cual incrementa la velocidad de deterioro de la infraestructura.

Otra vía de comunicación es el Camino del Charoga, el mismo no se encuentra pavimentado en su totalidad, pero gracias al proyecto San Tomás implantado en el área, se está generando un gran avance en la urbanización de la zona.

La preocupación e incertidumbre acerca del futuro de la vida útil del puente carretero es creciente en el ámbito municipal, universitario y entre los habitantes del Gran Santa Fe, principalmente los vecinos de la ciudad de Santo Tomé y Sauce Viejo, lo que sí es unánime es la necesidad de poder contar con una forma de comunicación efectiva, de calidad y que perdure en el tiempo.

5.2. Análisis de los involucrados

La metodología del Marco Lógico considera crucial la participación de los principales actores desde el inicio del proceso. En consecuencia, la identificación de grupos y organizaciones directa o indirectamente relacionados con el problema, así como el análisis de sus dinámicas y reacciones ante

el progreso del proyecto, resultará fundamental para conferir objetividad al proceso de planificación. Esto posibilitará la consecución de acuerdos entre los involucrados al contemplar diversas perspectivas, promoviendo así un sentido de pertenencia por parte de los beneficiarios.

Aunque el análisis de los involucrados se lleva a cabo antes de analizar el problema, con el propósito de aclarar quiénes deben participar en dicho análisis, su importancia perdura a lo largo del diseño y la ejecución del proyecto, desempeñando un papel fundamental en la selección de estrategias y en el monitoreo y evaluación del mismo. Cada etapa del proyecto puede presentar una dinámica única en cuanto a los involucrados, por lo que es crucial comprender estas dinámicas o reacciones a medida que avanza el proyecto y desarrollar estrategias acordes.

A continuación, se mencionan los actores o involucrados en el problema, identificando el rol de cada uno, como así también sus intereses y expectativas sobre el proyecto y si de alguna manera estarán aportando o generando restricciones ante el mismo. Además, se califica la actitud de cada participante (pudiendo considerarla cooperativa o de conflicto) y se los divide según sea: beneficiarios directos, beneficiarios indirectos, neutrales, excluidos, perjudicados u opositores. Por último, se realiza una valoración cuantitativa del impacto que genera el proyecto sobre cada grupo y de la influencia que tiene ese impacto, según la siguiente escala:

Tabla 5: valoración de la influencia de los actores.

Tipo de impacto	Valoración	Descripción
POSITIVO	1	Medianamente positivo
	2	Positivo
	3	Muy positivo
NEGATIVO	-1	Medianamente negativo
	-2	Negativo
	-3	Muy negativo
INFLUENCIA	1	Baja
	2	Media
	3	Alta

(Fuente: Elaboración propia)

- Población de la ciudad de Santa Fe: contempla a los habitantes de toda la ciudad que circulan y realizan sus actividades en ella.
- Población del Gran Santa Fe: contempla a los habitantes de la ciudad de Santa Fe, como así también a los ciudadanos de Santo Tomé, Monte Vera, Ángel Gallardo y Laguna Paiva,



quienes a pesar de no residir en la capital santafesina desarrollan muchas de sus actividades en ella.

- Vecinos de las zonas afectadas: aquellos vecinos que residen cerca de las vías por las que actualmente pasa el Ferrocarril Belgrano Cargas y serán reutilizadas para este proyecto y aquellos que se encuentren cercanos a las estaciones de transferencia proyectadas.
- Usuarios del transporte público: aquellos habitantes que utilizan la red de colectivos de la ciudad para movilizarse y realizar sus actividades.
- Población asentada ilegalmente: grupos familiares que han construido sus viviendas en terrenos dentro de la zona ferroviaria activa o inactiva.
- Trabajadores del ferrocarril: aquellos trabajadores que realizan trabajos de reparación y mantenimiento de la infraestructura vial y locomotoras en la zona y también aquellos dedicados a cuestiones operativas (choferes, banderilleros, entre otros).
- Gobierno Municipal y Provincial: gobiernos de la ciudad y la provincia de Santa Fe.
- Gobierno Nacional: gobierno de la Argentina, financiador del Plan Circunvalar y de la obra del tren Santa Fe-Laguna Paiva. El Gobierno entrante, presidido por Javier Milei, ha tomado la postura de no seguir financiando Obras Públicas y si bien, la Ley que expresa la independencia del Estado en estos temas no ha sido aprobada por el momento, la postura política del espacio parece indicar que la relación entre Obra Pública y Estado será conflictiva o al menos de no cooperación.
- Empresas constructoras: empresas que podrían ser contratadas para realizar las obras referidas al proyecto.
- Privados/fondos de inversión: Potenciales financiadores del proyecto.
- Ambientalistas: entes públicos y privados encargados de controlar y regular las obras y sus impactos en el Medio Ambiente.
- Comerciantes de la zona y ubicados sobre la traza: dueños de comercios cercanos a la zona afectada por la traza del proyecto o que se encuentran cerca de la zona de influencia de este.
- Tránsito vehicular: vehículos que circulan en sentido Norte-Sur de la ciudad y atraviesan la traza del ferrocarril.
- Prestadores de servicios (usuarios y trabajadores): individuos que asisten a establecimientos educativos, prestadores de salud, oficinas gubernamentales, etc., tanto para trabajar como para utilizar los servicios.
- Empresas de transporte público urbano: empresas que brindan servicio de transporte público de pasajeros dentro del área metropolitana de la ciudad de Santa Fe y puedan verse afectados por el nuevo servicio de pasajeros.



Figura 19: Cuadro de actores.

(Fuente: Elaboración propia)



Tabla 6: Matriz de actores.

	Grupo de actores	Rol de actores	Recursos/Aportes/ Restricciones	Importancia	Interés en el proyecto	Calificación de actitud	Relación con el proyecto (BD/BI/N/P/E/O)	Influencia (IN)	Impacto (IM)	TOTAL (IN x IM)
A	Población de la ciudad de Santa Fe	Habitar y desarrollar sus actividades en la ciudad, abonando los impuestos municipales correspondientes	Aportes tributarios	Media	Mejorar la circulación y agregar valor a la ciudad	Cooperación	BD	2	2	4
B	Población del Gran Santa Fe			Media	Mejorar las condiciones de circulación	Cooperación	BI	2	2	4
C	Vecinos de las zonas afectadas	Reclamar por mejoras para el barrio	Aporte de ideas y proyectos	Alta	Agregar valor al barrio	Cooperación	BD	3	3	9
D	Usuarios del transporte público	Viajar en el TPP para desarrollar sus actividades	Pago de boletos	Alta	Mejorar las condiciones y disminuir tiempo de viaje	Cooperación	BD	2	3	6
E	Población asentada ilegalmente	Cuestión a tratar y resolver antes de la aplicación del proyecto	Protestas, organizaciones de DDHH	Alta	No perder sus viviendas	Conflicto	O	3	-3	-9
F	Trabajadores del ferrocarril	Darle un correcto funcionamiento al servicio	Trabajan para el ferrocarril	Alta	Tener un puesto de trabajo	Cooperación	BD	3	3	9
G	Gobierno Municipal y Provincial	Brindarles a sus ciudadanos las mínimas condiciones para que desarrollen sus vidas	Aprobación y financiamiento de proyectos	Alta	Agregar valor al Municipio y la Provincia y mejorar la infraestructura	Cooperación	BD	3	3	9
H	Gobierno Nacional	Brindarles a sus ciudadanos las mínimas condiciones para que desarrollen sus vidas		Alta		Conflicto	N	1	1	1
I	Empresas constructoras	Ejecución de proyectos	Mano de obra, maquinarias, herramientas, etc.	Media	Obtener un beneficio económico	Cooperación	BD	3	3	9
J	Comerciantes de las zonas y ubicados sobre la traza	Beneficiarse del proyecto	Interés en proyectos que den valor a la zona	Alta	Obtener un beneficio económico	Cooperación	BI	3	3	9
K	Tránsito vehicular	Exigir una buena articulación entre el proyecto y el tránsito	Circulación del tránsito más fluida	Alta	Mejorar circulación y tiempo de viajes	Cooperación	BI	1	2	2
L	Prestadore de servicios (trabajadores y usuarios)	Exigir una llegada rápida y segura al lugar	Acceso fácil y seguro a los establecimientos	Alta	Acceso fácil y seguro a los establecimientos	Cooperación	BI	2	2	4
M	Empresas de transporte público urbano	Exigir una buena articulación entre el proyecto y el sistema de transporte público en funcionamiento		Alta	No perder rutas y verse afectados económicamente	Conflicto		2	-2	-4
N	Ambientalistas	Preservar el Medio Ambiente	Leyes Ambientales	Alta	Aprovechar el mantenimiento y puesa en valor de espacios verdes	Conflicto		2	1	2

(Fuente: Elaboración propia)

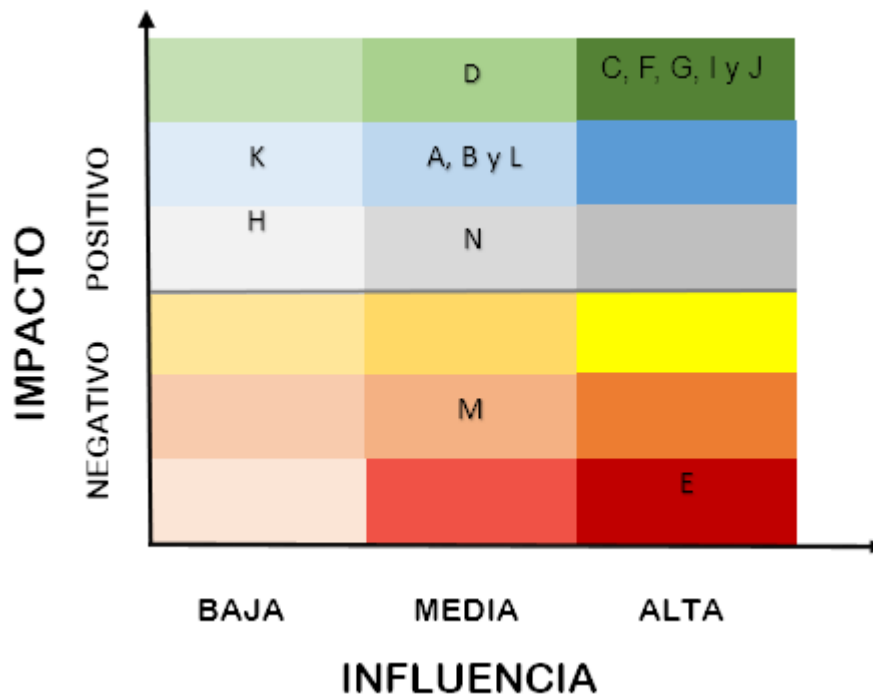


Figura 20: Valoración de incidencia de actores.

(Fuente: elaboración propia)

5.3. Análisis del problema

Asegurar un análisis efectivo implica, en primer lugar, comprender completamente el problema. Esto implica una identificación exhaustiva para poder proponer alternativas de solución que aborden de manera específica dicho problema.

La adecuada identificación del problema juega un papel determinante en el éxito de un proyecto, ya que sirve como base para la formulación de la estrategia que implica la preparación del proyecto. No es posible llegar a una solución satisfactoria de un problema sin realizar previamente el esfuerzo de comprenderlo de manera razonable.

En este contexto, la primera tarea en el análisis consiste en identificar el problema central, lo que implica encontrar la manera integral de expresar la cuestión que se busca resolver de manera comprensiva.

5.3.1. Problema Central

El gran problema que vamos a abordar en este proyecto es la deficiencia en la conexión del Gran Santa Fe, la cual genera muchos inconvenientes para todos los habitantes, dado que la inexistencia de planes de creación de conexiones eficientes contribuye negativamente al bienestar de los usuarios del Transporte Público de Pasajeros.



Previo a realizar el planteo de causas, se realiza una investigación de los medios de conexión existentes, un recorrido y relevamiento de estos y las zonas aledañas, con el fin de detectar su estado actual. Dentro de la investigación se focaliza sobre la situación problemática de la vinculación Santo Tomé-Santa Fe debido al cierre parcial del Puente Carretero. La misma sociedad exige de manera urgente una solución eficiente y duradera que facilite el movimiento diario entre ambas ciudades.

El vínculo entre ambas ciudades por medio del Transporte Público de Pasajeros (TPP), se realiza exclusivamente por colectivo, que está sujeto a las complicaciones del tránsito y que durante un período del presente año estuvo inhabilitado.

Por tal motivo se analiza la posibilidad de incorporar un nuevo modo de transporte, utilizando para ello la infraestructura ferroviaria existente (que vincula ambas ciudades) que en la actualidad se encuentra con escasa utilización y a partir de la ejecución del plan circunvalar quedará en desuso

A lo largo de la traza del ferrocarril se logra divisar el movimiento de los usuarios para con el espacio y la actividad actual del área, a modo de identificar el comportamiento, la dinámica y la fluidez con la que se desenvuelve la zona.

Se comienza realizando un análisis de los recorridos de las líneas del transporte público interurbano y urbano de pasajeros, considerando los servicios que conectan Santa Fe y Santo Tome, los que recorren la totalidad del Gran Santa Fe (de Sauce Viejo a Los Zapallos y Recreo) y también los que circulan exclusivamente por la ciudad de Santa Fe, de manera de conocer las características del movimiento de los habitantes mediante el sistema de TPP.

Como segundo punto, es importante conocer la infraestructura vial disponible en ambas ciudades y su estado actual. Esta última presenta grandes problemas estructurales a lo largo de la traza, los cuales generan, como ya es de público conocimiento, descarrilamientos en la zona de la intersección con calle Pedro Vittori. Además, se advierte la falta de barreras físicas en múltiples pasos a nivel a lo largo de la traza del ferrocarril, lo cual es un gran inconveniente en cuestiones de seguridad para los transeúntes. En cuanto al entorno, los laterales del recorrido se encuentran muy descuidados, con falta de mantenimiento de las sendas peatonales y bicisendas, poca iluminación, lo que provoca zonas muy oscuras y peligrosas y escasa limpieza, lo cual genera focos insalubres que podrían provocar inconvenientes en cuestiones de salud a los residentes de la zona.

Por último, se releva el estado del Acceso Norte de la ciudad de Santo Tome, el cual está siendo muy utilizado actualmente por el cierre del Carretero. El aumento de circulación de vehículos en la zona es notorio y la infraestructura no logra contener los nuevos volúmenes de tránsito, generándose constantes embotellamientos y situaciones peligrosas además de la aceleración del deterioro de la vía.

5.3.2. Árbol de efectos

Es esencial definir los efectos más significativos del problema en cuestión, con el fin de analizar y evaluar su importancia. En otras palabras, se busca obtener una comprensión del alcance y la gravedad de las consecuencias derivadas del problema detectado, lo cual subraya la necesidad de emprender la búsqueda de soluciones.



Figura 21: Árbol de efectos.

(Fuente: Elaboración propia)

Como se puede apreciar, una vez que se ha identificado el problema central, se procede a graficar los efectos asociados. Si se determina que estos efectos son significativos y se llega a la conclusión de que el problema requiere una solución, se inicia el análisis de las causas subyacentes que lo están ocasionando. Este enfoque permite abordar de manera sistemática la relación entre las manifestaciones del problema y sus causas fundamentales, facilitando así la formulación de estrategias de resolución.

5.3.3. Árbol de causas

Aquí, a partir del problema central, se identifican las causas que lo originan, con el objetivo de encontrar una solución desde la raíz.

Es de suma importancia intentar establecer la secuencia de conexiones entre estas causas. Especialmente relevante es el esfuerzo por identificar las causas fundamentales e independientes que se considera que están dando origen al problema. Cuantas más raíces se logren identificar en el Árbol de causas, más cerca estaremos de las posibles soluciones que deben ser reconocidas para superar la condición restrictiva identificada.

En otras palabras, al resolver las causas más profundas en la cadena, se puede afirmar analíticamente que se está contribuyendo de manera positiva a superar la condición negativa planteada.

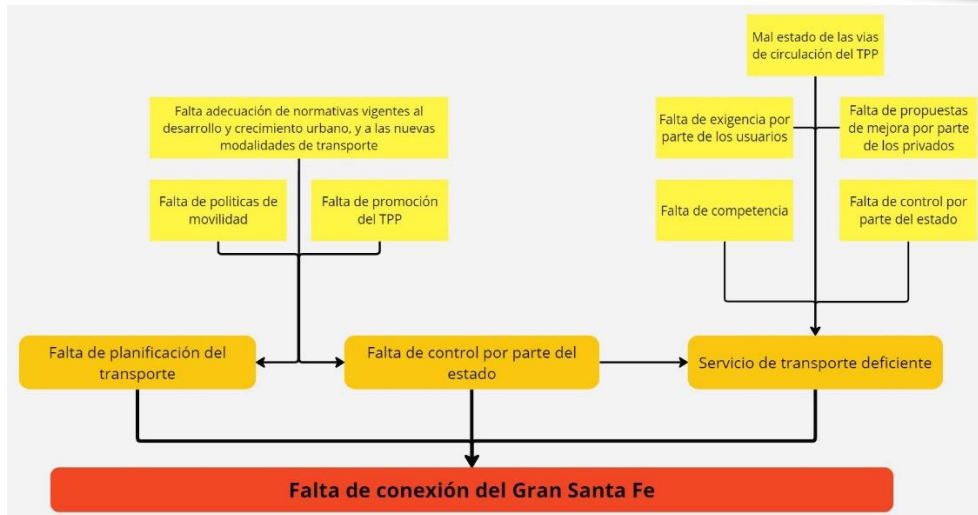


Figura 22: Árbol de causas.

(Fuente: Elaboración propia)

5.3.4. Árbol de problemas

Por último, se engloban las causas y efectos en un mismo Árbol de problemas, el cual representa un resumen de la situación actual del problema analizado. Es crucial destacar que, en esta fase inicial de la preparación de un proyecto, todos los planteamientos, además de ayudar a estructurar la dirección a seguir en el desarrollo de las posibles soluciones, se formulan en términos de hipótesis de trabajo que deben ser confirmadas o descartadas mediante la profundización de los estudios necesarios, incluyendo la consulta a las partes afectadas a través de métodos participativos.

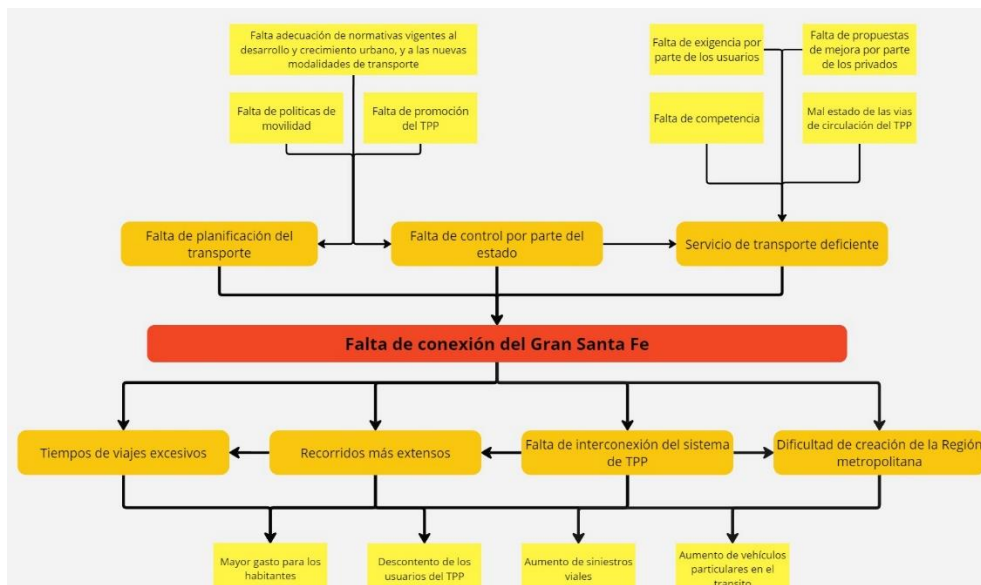


Figura 23: Árbol de problemas.

(Fuente: Elaboración propia)

5.4. Análisis de objetivos

Transformar todas las condiciones negativas del Árbol de problemas en condiciones positivas que se consideren deseables y alcanzables. Al llevar a cabo este proceso, todas las que eran causas en el Árbol de problemas se convierten en medios en el Árbol de objetivos, mientras que los anteriores efectos se transforman en fines. El problema central, por su parte, se convierte en el objetivo central o propósito del proyecto. Utilizando la metáfora de revelar una fotografía, el Árbol de problemas representa el negativo, y el Árbol de objetivos representa el positivo obtenido a partir de aquel. Es crucial comprender que, si el segundo es simplemente una inversión del primero, es fundamental haber elaborado adecuadamente el Árbol de causas y efectos para llegar a objetivos y medios efectivos. La importancia adicional radica en que a partir de este último se deben derivar las alternativas de solución para superar el problema.

5.4.1. Árbol de objetivos

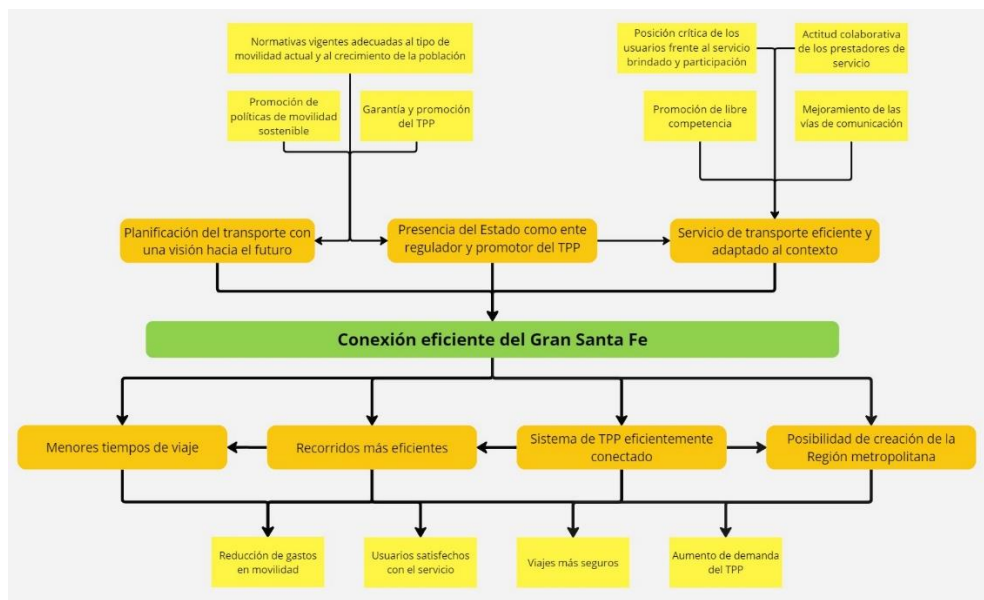


Figura 24: Árbol de objetivos.

(Fuente: Elaboración propia)



UTN * SANTA FE

INGENIERÍA CIVIL PROYECTO FINAL DE CARRERA

Capítulo VI: PROBLEMÁTICA ANALIZADA

2024

6.1. Situación actual de la infraestructura ferroviaria

Aquí, para tener un vistazo más general de la situación que se quiere resolver y del estado actual de la infraestructura, se realizó un relevamiento y recorrido por la zona, a fin de encontrar una solución que resuelva los problemas más a fondo.

6.1.1. Vías

Como es de público conocimiento, el estado de la traza analizada no se encuentra en las mejores condiciones, las mismas cuentan con un estado de descuido y abandono en varios tramos a lo largo de su recorrido, y dados los numerosos accidentes y descarrilamientos a lo largo de la misma, se decide tener en cuenta este aspecto a la hora de dar una solución más general al problema encontrado.

En lo que respecta a la infraestructura sobre la que circula el ferrocarril actualmente, se encuentra un problema muy importante y repetitivo, los descarrilamientos en la intersección de Pedro Vittori y Domingo Silva. Estos accidentes, los cuales son muy frecuentes, siguen sin ser abordados desde la raíz del problema, lo cual general que el inconveniente se siga repitiendo con el pasar del tiempo.

A modo de ejemplo se presentan algunas noticias de los diarios de la región, que dan una idea del tiempo que lleva este problema y aún no ha sido resuelto en tu totalidad.

Descarriló un tren en Domingo Silva y Pedro Vittori

El tránsito está cortado. Por avenida Aristóbulo del Valle solo se puede circular por una mano.



Figura 25: noticia sobre descarrilamiento sobre Pedro Vittori, fecha 30/03/2016.

(Fuente: www.ellitoral.com)

Descarriló el tren y frenó varios metros después

Una formación descarriló este lunes y ocasionó cuantiosos daños en viviendas particulares. Los vecinos denunciaron negligencia del conductor.

Por: Daniela A. Porta / Agenciafe /



Figura 26: noticia sobre descarrilamiento sobre Pedro Vittori, fecha 14/06/2016.

(Fuente: www.agenciafe.com)

Por tercera vez en pocos días descarriló un tren del Belgrano en barrio Candiotti

Los operarios de Trenes Argentinos trabajan en la zona de Juan del Campillo y Domingo Silva. Por el descarrilamiento la formación tumbó una estructura ferroviaria.

JUEVES 16 DE AGOSTO DE 2018



Figura 27: noticia sobre descarrilamiento sobre Pedro Vittori, fecha 16/08/2016.

(Fuente: www.lt9.com.ar)

Volvió a descarrilar un tren en Pedro Vittori y Domingo Silva

La formación del Belgrano Cargas quedó varada pero ya no interrumpe el tránsito. En Monte Vera hicieron descarrillar un tren para robarle.

Actualizado: Martes 14 de Agosto de 2018 - 09:50 hs



Figura 28: noticia sobre descarrilamiento sobre Pedro Vittori, fecha 14/08/2018.

(Fuente: www.lt10.com.ar)

Caos en el tránsito por el descarrilamiento del tren en la ciudad de Santa Fe

Un móvil del Belgrano Cargas presentó fallas mecánicas en la zona de Pedro Vittori a la altura del Centro De Ex Soldados Combatientes de Malvinas.



Figura 29: noticia sobre descarrilamiento sobre Pedro Vittori, fecha 22/04/2022.

(Fuente: www.ellitoral.com)

En los relevamientos que se llevaron a cabo, se encontró unas vías muy descuidadas y poco mantenidas, no solo en la zona explicada con anterioridad, la cual es la más visible, sino también, en otros tramos. Se puede apreciar un deterioro muy importante, el cual se debe, entre otras cuestiones, a la antigüedad de los componentes que constituyen las vías (durmientes, rieles, remaches, etc.), pero además a la falta de mantenimiento.



Figura 30: Durmientes de madera casi enterrados y en mal estado.

(Fuente: Elaboración propia)



Figura 31: Durmientes de madera casi enterrados y en mal estado.

(Fuente: Elaboración propia)



Figura 32: Uniones en mal estado.

(Fuente: Elaboración propia)

6.1.2. Pasos a nivel

Con respecto a este punto, en los recorridos ya mencionados, se pudo visualizar en las intersecciones con las avenidas más importantes el mal estado de la infraestructura relevante, el poco mantenimiento, los faltantes de partes importantes y esenciales para su buen funcionamiento, este abandono lleva aparejado un gran problema de seguridad vial y ferroviaria.

Como podemos ver en las imágenes siguientes, los pasos a nivel que fueron realizados no se encuentran operativos, ya que los mismos fueron vandalizados al momento de su colocación, lo que provocó que estos nunca puedan funcionar de manera correcta.



Figura 33: Paso a nivel en intersección con Av. Aristobulo de Valle.

(Fuente: Elaboración propia)



Figura 34: Señalización vertical en intersección con Av. Aristobulo de Valle.

(Fuente: Elaboración propia)



Figura 35: Señalización vertical en intersección con calle San Martín.

(Fuente: Elaboración propia)

6.1.3. Entorno

En este ítem, que también tiene un gran interés en la finalidad de este proyecto, nos lleva a encontrarnos con un entorno a lo largo de la traza muy descuidado y desaprovechado, ya que durante la visita realizada se encontró con muchas zonas con basura acumulada, iluminación muy escasa, la cual genera zonas muy oscuras y peligrosas para los peatones y ciclistas que circulan por el área, terrenos ocupados ilegalmente y demás falencias que serán analizadas más adelante.

En esta instancia nos lleva a repensar sobre un uso más funcional de la zona lindante, con el objetivo de optimizar y embellecer estos espacios para que puedan ser aprovechados de una manera más acorde.



Figura 36: Entorno intersección con Av. Facundo Zuviria.

(Fuente: Elaboración propia)



Figura 37: Entorno intersección con Av. Facundo Zuviria.

(Fuente: Elaboración propia)

6.2. Situación actual del Puente Carretero

Como es de público conocimiento, la situación actual del puente carretero, no es la más favorable, ya que hace unos meses se encuentra cortado debido a una gran grieta, la cual fue motivo suficiente para su cierre y genera mucha preocupación en las autoridades y habitantes de Santo Tome. La misma ha ido creciendo con el pasar del tiempo, y a la fecha no se tienen noticias del comienzo de los trabajos de reparación.



Figura 38: Grieta puente carretero, izquierda 13 de marzo de 2024 y derecha 20 de abril de 2024.

(Fuente: www.airedesantafe.com.ar)

Por lo que se sabe actualmente, la reparación del puente una vez que comiencen los trabajos llevaría de tres a cinco meses aproximadamente, lo cual no significa que esos arreglos sean definitivos.



Figura 39: Nueva grieta puente carretero, fecha 21 de mayo de 2024.

(Fuente: www.airedesantafe.com.ar)

6.3. Situación actual del sistema de transporte de pasajeros

El sistema de transporte público de pasajeros está compuesto actualmente de 17 líneas de colectivos que hacen recorridos urbanos como así también interurbanos. Esto genera una amplia oferta para que los usuarios puedan moverse a través de la ciudad y sus alrededores con mayor facilidad. Pero a la vez se sabe que esta oferta está muy limitada con respecto a la variedad de medios de transporte.

Hablando de la velocidad y tiempos de viaje, estos son muy variados ya que depende exclusivamente de cada recorrido y línea en particular.

Si bien el confort y comodidad de los pasajeros es algo crucial en el servicio brindado, no siempre puede ser cubierto. En las horas pico se sabe que los colectivos muchas veces viajan excedidos, lo cual se torna incómodo y por sobre todo inseguro.

Un relevamiento realizado en el Órgano de Control de Transporte Público de Pasajeros por Colectivos de la Municipalidad de Santa Fe, revela que los reclamos sobre el servicio son diarios y en la mayoría de los casos los usuarios denuncian incumplimientos de frecuencia, incumplimientos de recorrido o situaciones en que los choferes evitan alguna parada o impiden subir a más pasajeros al coche, ya que se encuentran excedidos en capacidad. Este tipo de situaciones son más frecuente en horarios pico y se dan en la generalidad de las líneas que monitorea el ente, tanto en las urbanas como en las interurbanas.



Figura 40: Noticias del 6/12/2023 y 20/05/2024 sobre el TPP en la ciudad de Santa Fe

(Fuente:www.ellitoral.com)

Los colectivos de la línea C actualmente han sido muy afectados por el mal funcionamiento del Puente Carretero, sus recorridos tuvieron que ser modificados como así también su frecuencia y tiempos de viaje total. Esto no solo está causando problemas a los usuarios sino también a las empresas prestadoras del servicio.



Figura 41: Noticia del 29/03/2024 sobre el conflicto de conexión Santo Tome-Santa Fe

(Fuente: www.ellitoral.com)

6.4. Conclusiones

En base a lo expuesto hasta aquí, se hace visible la necesidad de hallar una solución que aborde de manera efectiva los diversos inconvenientes que hemos mencionado en cuanto al movimiento de los habitantes a través del Gran Santa Fe.

La búsqueda de mejora de esta situación no se basa sólo en el mero hecho de disminuir tiempos de viaje, sino en mejorar la accesibilidad de los ciudadanos a los distintos servicios (centros de salud, entidades gubernamentales, centros educativos, lugares de trabajo, lugares de recreación, entre otros) y a sus viviendas; tampoco se puede dejar de lado la importancia de integrar el territorio y a las personas que allí se asientan mediante el transporte público, ya que hoy en día el parque automotor crece constantemente generando situaciones cada vez más conflictivas en las vías de comunicación principales y existe una fuerte política que busca desincentivar el uso del vehículo particular y fomentar el uso del transporte público.

En la siguiente sección, se efectúa la presentación de posibles alternativas estudiadas para abordar la situación planteada, a fin de posteriormente adentrarnos en mayor detalle en aquella que se vislumbra como la i para generar una solución acorde al contexto actual.



UTN * SANTA FE

INGENIERÍA CIVIL PROYECTO FINAL DE CARRERA

Capítulo VII: ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

2024



En los capítulos anteriores se describieron las principales falencias por las cuales no se cuenta con una buena conexión de la Región del Gran Santa Fe. A raíz de lo desarrollado, en este apartado se explican las diferentes alternativas analizadas y posteriormente, a través de una matriz multicriterio, se determinará la mejor opción considerando distintos aspectos de interés.

7.1. Alternativa N° 1: Corredor urbano (Vías segregadas)

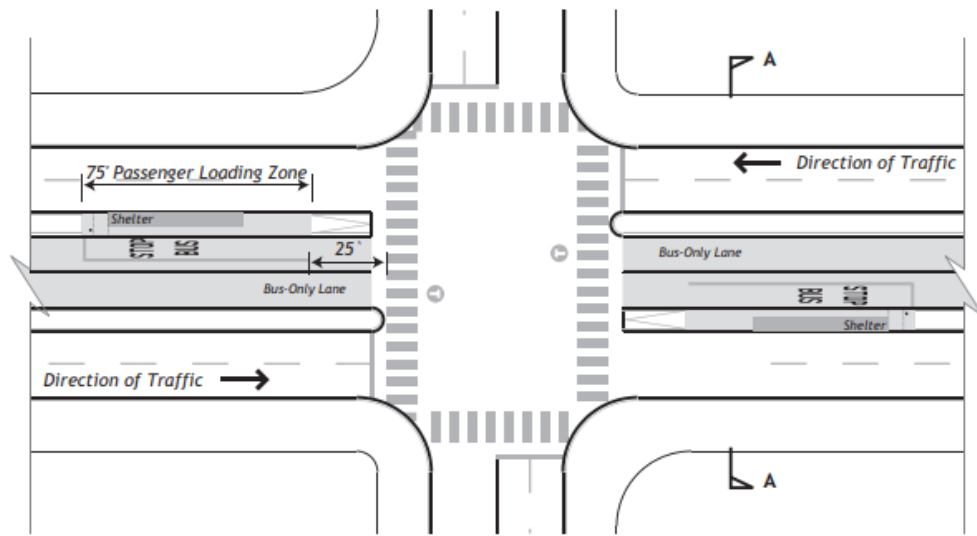
Los carriles exclusivos para el transporte público no son una novedad en Santa Fe y mucho menos en Argentina y el mundo, pero sin dudas si son una buena solución para introducir mejoras en el funcionamiento del tránsito.

Como primera alternativa se contempla la implementación de pistas por la que sólo puedan circular autobuses dejando de lado los vehículos particulares, causantes principales de las congestiones de tránsito. Según estudios realizados en ciudades de América Latina, los ocupantes de los vehículos son responsables de retenciones 12 veces mayores que las que produce quien se desplaza en un colectivo y sería “apropiado” asignarles un espacio vial que les asegure una movilidad más eficiente dentro de la ciudad.

Este modelo, conocido como modelo BRT (Bus Rapid Transit), tiene como objetivo combinar la capacidad y la velocidad del tren ligero o del metro, junto con la flexibilidad, menor costo y otras características de calidad con las que cuenta un sistema de autobuses convencional, muchas veces responde a una reorganización más amplia del transporte público de superficie, que también suele incluir un reordenamiento general de las líneas, sus rutas, el sistema tarifario y permite incluir vehículos de mayor capacidad en rutas troncales. La ciudad de Curitiba, Brasil, ha sido pionera en la implementación de estas estrategias y hoy en día cuenta tanto con buses biarticulados (autobuses con dos articulaciones que conectan tres automóviles), como con coches híbridos y eléctricos.

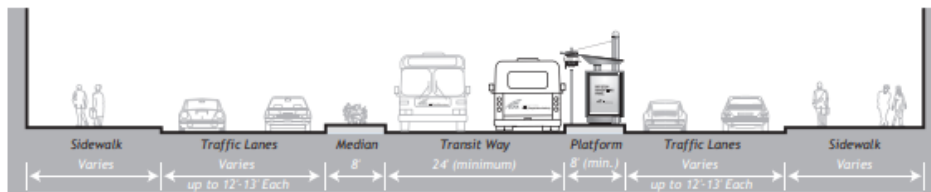
Esta alternativa permitiría resolver los inconvenientes relacionados con las demoras en el transporte con la creación de un carril exclusivo con las características del modelo BRT el cual conecte nuestra ciudad con Santo Tome, esto podría solucionar retrasos en el sistema de TPP ya sea por atascos en el tránsito por horas pico, accidentes automovilísticos o cualquier otra cuestión ajena a la empresa encargada de la movilidad de los ciudadanos santafesinos. Esta alternativa, de funcionar correctamente, podría extenderse y abarcar tramos de recorridos más largos para así incorporar más líneas que circulen por él y, tal vez, lograr que los recorridos interurbanos hagan uso del mismo.

Además de lo relacionado al medio de transporte, se buscará mejorar la iluminación de la zona, generar zonas de recreación para los vecinos, puesto de sanidad y seguridad.



Notes:

- 1.) For the layout and details of the passenger loading zone, refer to Figure X.
- 2.) A 75' loading zone is sufficient for a standard (40') or an articulated (60') bus.
- 3.) A 55' loading zone is sufficient for a standard (40') bus.
- 4.) A 120' loading zone is sufficient for serving two standard buses simultaneously.
- 5.) A 140' loading zone is sufficient for serving a standard and an articulated bus simultaneously.



Typical Section A - A

Figura 42: Ejemplo y medidas de vías segregadas.

(Fuente: NACTO)

A continuación, se propone la traza de la vía exclusiva para ómnibus, la cual aprovecharía la futura traza desafectada del ferrocarril Belgrano entre la ex estación del ferrocarril Mitre y la estación Belgrano. Por cuestiones de espacio físico y buscando optimizar el transporte público, las pistas no admitirían el paso de automóviles particulares, sino que serían utilizadas por el sistema de transporte público de colectivos en ambos sentidos. Como se observa, la traza permitiría articular el centro de la ciudad capital con las vías principales de conexión a las demás localidades del Gran Santa Fe, generando un tránsito más fluido y evitando retrasos por congestiones en la ciudad.

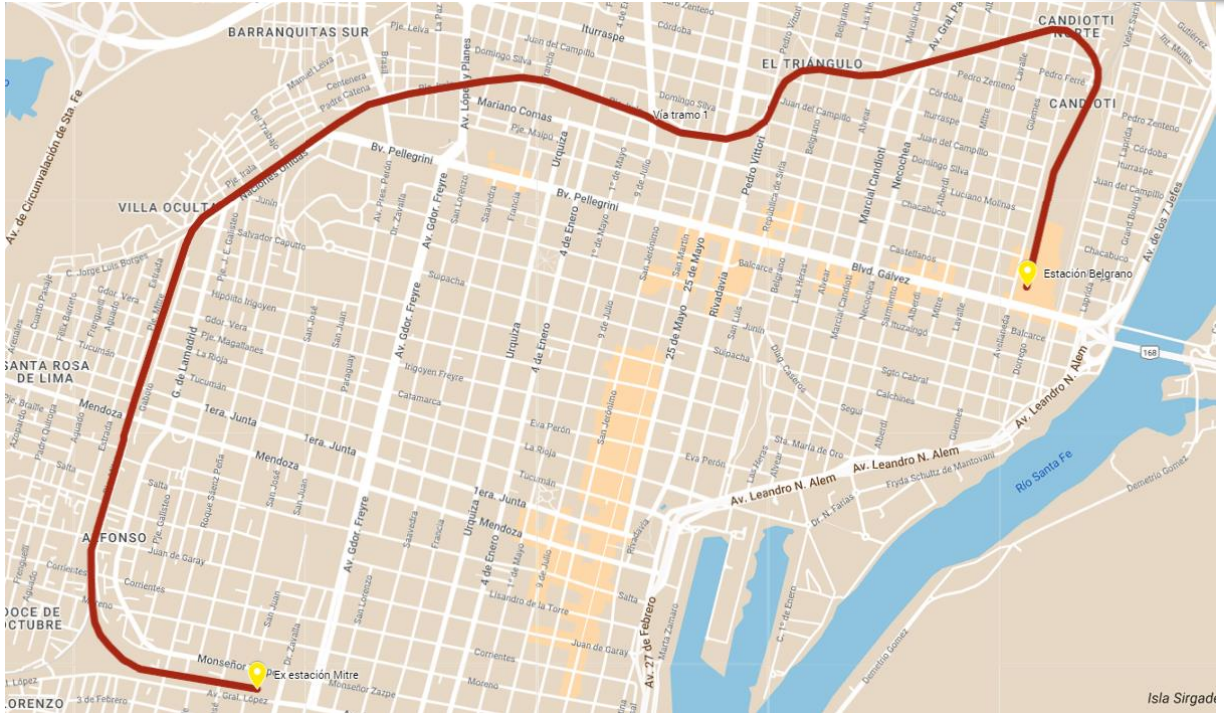


Figura 43: Trazo propuesta de carril exclusivo y articulación con arterias principales.

(Fuente: Elaboración propia)



Figura 44: Trazo propuesta de carril exclusivo y articulación con arterias principales.

(Fuente: Elaboración propia)



7.1.1. Antecedentes utilizados para la propuesta

Como se mencionó con anterioridad, esta alternativa no es una novedad en nuestra ciudad capital, ya que desde el mes de mayo de 2017 funciona el MetroFé sobre Av. Blas Parera, el cual cuenta con un recorrido de 5,7 kilómetros donde se distribuyen 30 paradas de colectivos. El ITDP⁴ ha publicado varios trabajos en los que se hace referencia a un sistema de clasificación denominado BRT Estándar, el cual no busca ser determinante a la hora de clasificar estos sistemas, sino que su objetivo es poder distinguir con mayor precisión un sistema de buses convencional de un sistema BRT. El mismo consiste en un listado de características que se consideran deseables para este tipo de sistema y se divide el sistema en tres categorías posibles dependiendo del puntaje obtenido en la obra realizada.

En el área de interés el proyecto contaría con una calzada bitrocha para la circulación exclusiva de buses, con las estaciones correctamente equipadas con su abordaje a nivel de la plataforma, información sobre las demoras, estación de alquiler de bicicletas públicas, además de estacionamiento para bicicletas particulares y todo lo necesario para lograr un buen puntaje bajo la calificación del ITDP.

7.2. Alternativa N° 2: Tren urbano en el tramo comprendido entre calle López y Planes y calle Vélez Sarsfield

Esta segunda alternativa retomaría el proyecto del “Tren Urbano” que alguna vez fue implementado en la ciudad. Como es conocido, dicha idea no fue exitosa y debió darse de baja al poco tiempo de haber sido inaugurada por la gran sumatoria de desperfectos en su construcción.

Conociendo el antecedente del mencionado tren, reconociendo los errores cometidos y proponiendo las soluciones que mejor se adapten a la situación, esta opción consiste en ocupar la traza vacante con un tren de pasajeros. Esta línea, además, podría unirse con el tren Santa Fe-Laguna Paiva (actualmente en obra), fortaleciendo la idea de la creación de la Región Metropolitana del Gran Santa Fe.

La infraestructura ferroviaria existente se encuentra en muy malas condiciones y no hay posibilidades de recuperarla para poder lograr un servicio de calidad como lo requiere el transporte de pasajeros, por lo que la misma debería desmantelarse completamente. Esto quiere decir que esta alternativa implica el diseño y la ejecución de una línea ferroviaria completa de aproximadamente 3,5 Km con los correspondientes apeaderos, cruces a nivel, dispositivos de seguridad y todo lo inherente a una obra de trenes de pasajeros.

Sin dudas, la inversión y la logística de esta alternativa tendrán un peso muy importante a la hora de evaluarla, ya que principalmente el gasto más grande se daría en la reparación del tramo de vía ubicado en la intersección de esta con la calle Pedro Vittori, en la cual, como ya se explicó

⁴ Instituto para la Política de Transporte y Desarrollo (por sus siglas en inglés)

anteriormente, existen inconvenientes que generan un constante descarrilamiento del material rodante generando constantes congestiones en el tránsito y situaciones de peligro para los transeúntes.

Aquí al igual que la primera alternativa se propone un recorrido que circularía sobre la futura traza desafectada del ferrocarril Belgrano entre la ex estación del ferrocarril Mitre y la estación Belgrano, con estaciones intermedias estratégicamente colocadas para asegurar la fluidez de la circulación de este transporte. Al igual que la alternativa N°1, la traza permitiría articular el centro de la ciudad capital con las vías principales de conexión a las demás localidades del Gran Santa Fe, generando un tránsito más fluido y evitando retrasos por congestiones en la ciudad.

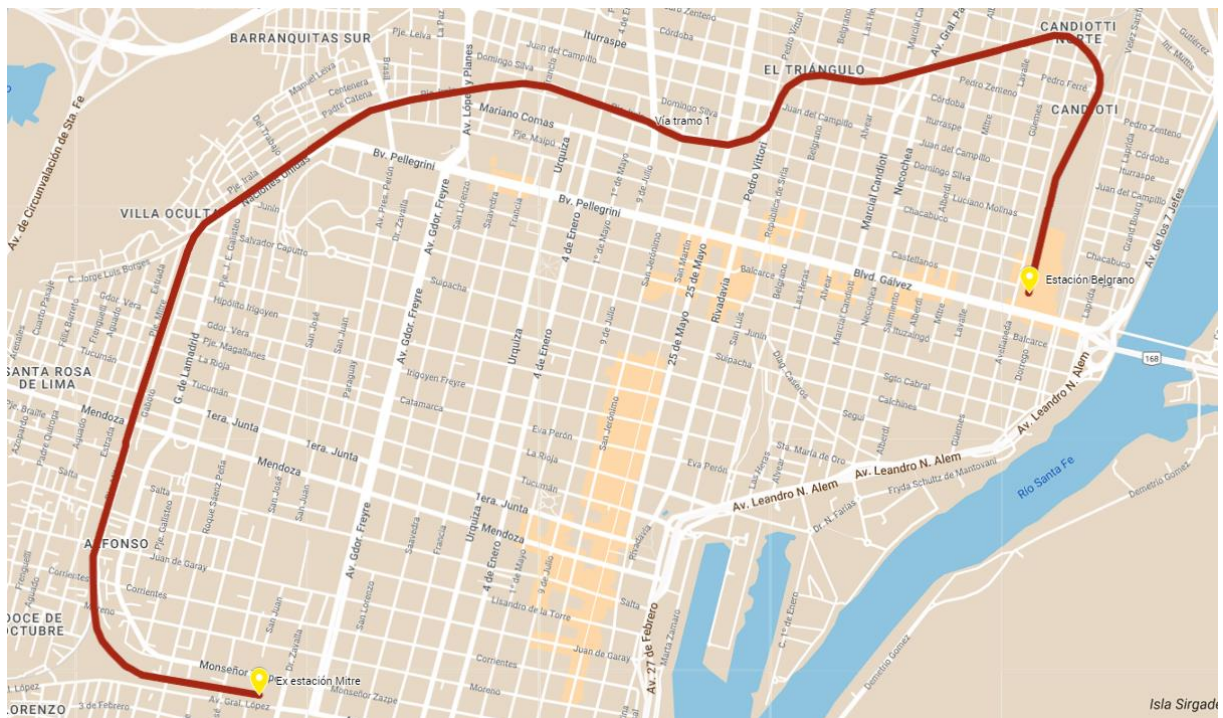


Figura 45: Traza propuesta de tren urbano y articulación con arterias principales.

(Fuente: Elaboración propia)

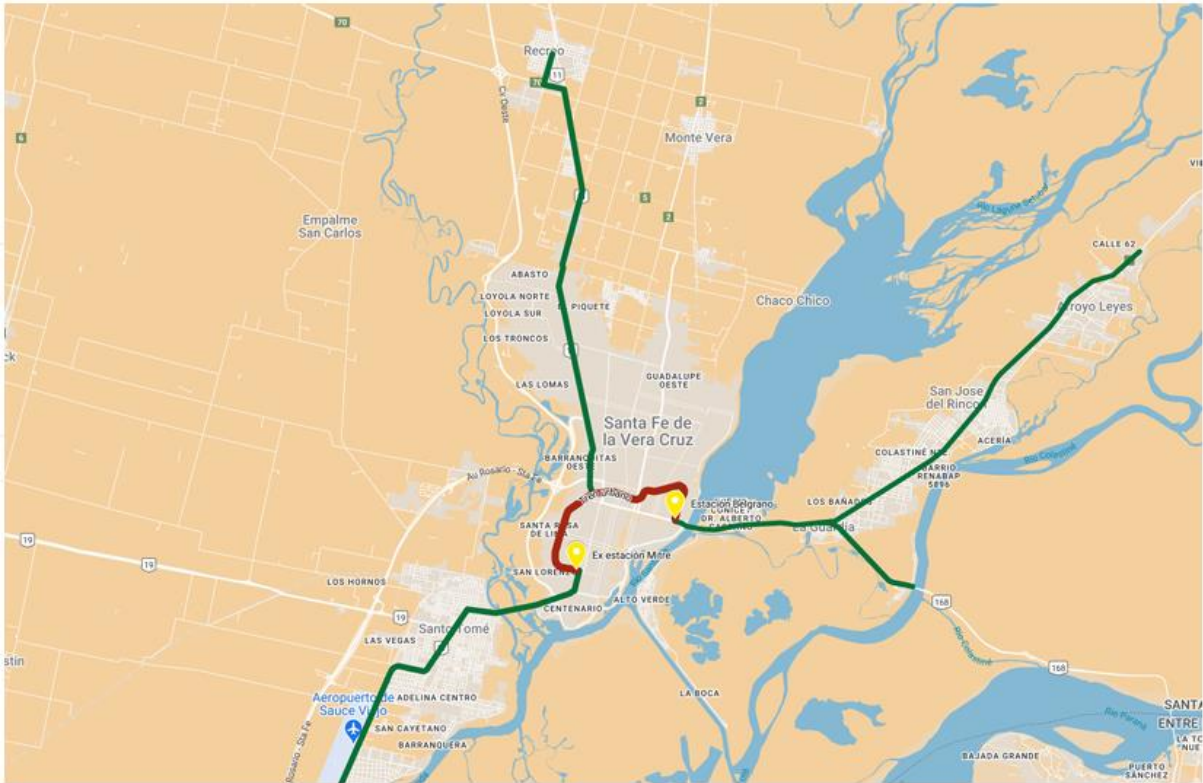


Figura 46: Traza propuesta de tren urbano y articulación con arterias principales.

(Fuente: Elaboración propia)

7.2.1. Antecedentes tren urbano de Santa Fe

Este proyecto existió en nuestra ciudad entre 2010 y 2017, el cual funcionaba con un coche motor de una empresa argentina llamada TecnoTren la cual confecciona vehículos de muy bajo costo, ideales para zonas rurales. Jorge Beritich, un antiguo fabricante de carrocerías de la ciudad El Talar, provincia de Buenos Aires, fue quien diseñó un primer prototipo llamado “MicroTren” en 2003, un vehículo para circular por vías de ferrocarril abandonadas. Desde la empresa aseguran proveer de un servicio eficiente, autosustentable y ecológico.



Figura 47: Tren Urbano de Santa Fe en la parada “El Molino”.

(Fuente: www.ellitoral.com)

Las unidades de TecnoTren utilizan piezas que se encuentran fácilmente dentro de la industria automotriz de nuestro país, su motor es un 1.7 litros Diesel de un Fiat Duna con una potencia de 70 CV, proporcionando un viaje confortable y seguro, además lo hace extremadamente económico de mantener. Al contar con una carrocería autoportante, es decir, sin chasis, y fabricada integralmente en materiales compuesto (PRFV)⁵, este prototipo tiene un peso liviano y sumado a su velocidad máxima de funcionamiento relativamente baja, el mismo puede ser utilizado en pistas en muy mal estado, por lo cual puede adaptarse a los sectores del País que no tienen planeado actualizar el sistema ferroviario a la brevedad.

En 2011 fue planteado por primera vez el tren urbano de nuestra ciudad sobre el ramal C y C31 del ferrocarril Belgrano, se utilizó como cabecera un apeadero en el puerto de santa fe, próximo a calle Tucumán, el cual llegaría hasta la Estación Guadalupe ubicada al norte de la ciudad, se esperaba realizar una extensión del servicio hasta Laguna Paiva. Este recorrido nunca pudo operar de manera regular debido a una mala gestión de la red y detalles constructivos en los apeaderos, además cabe destacar que la circulación del mismo compartiría tráfico con el tren de cargas.

El 12 de enero de 2016 a las 8:00 el tren comenzó un nuevo periodo de prueba, desde la estación “El Molino” hacia la estación “Don Bosco” ubicadas en las inmediaciones de Pedro Vittori y Castellanos, y Estanislao Zeballos y Facundo Zuviría respectivamente. Funcionó en horarios de 8:00 a 12:00 y de 16:00 a 20:00, con una frecuencia de una hora, su recorrido demoraría 15 minutos de ida y

⁵ Poliéster reforzado con fibra de vidrio.

15 minutos de vuelta, contando con el servicio “Cuando pasa” para consultar la ubicación del mismo. Este contaba de una primera etapa la cual tenía una extensión de 4 Km y más de 3.300 usuarios pudieron aprovechar, y una futura ampliación de otros 4 Km la cual se preveía que llegara hasta el límite Norte de municipio de la provincia. Contaría con 8 estaciones, una capacidad para 80 pasajeros, una velocidad máxima de 40 km/h y funcionaria sobre trocha angosta (1000 mm)



Figura 48: esquema de estaciones del Tren Urbano de Santa Fe.

(Fuente: www.es.wikipedia.org)

Las obras de preparación y puesta a punto de las vías del ferrocarril comenzaron en diciembre de 2014, las mismas estuvieron a cargo de la empresa Winkelmann SRL, la cual realizó un trabajo de despeje de las vías mediante la remoción del material asfáltico ubicado en el trayecto, estos trabajos fueron financiados con fondos Nacionales.

A los tres días de la inauguración el mismo fue parado por controles, tras esta parada no se logró reanudar su recorrido a la brevedad. En los próximos meses su funcionamiento sería irregular, ya que volvió a funcionar de marzo hasta abril, y luego el 18 de julio se intentó ponerlo en funcionamiento una vez más, pero al día siguiente un accidente con un automóvil lo obligó a estar fuera de servicio otra vez. En abril de 2017, el secretario general del municipio, Carlos Pereira, aseguró que el funcionamiento del mismo iba a ser constante y todavía gratuito, y pudiendo ser usado por todos los ciudadanos. Aunque esto finalmente no se cumplió y el tren no ha vuelto a funcionar para el público de manera regular.

Las formaciones estuvieron detenidas durante dos años en las vías cercanas a la cabecera de El Molino, y en julio de 2019 sin ningún anuncio mediante, los coches desaparecieron y fueron encontrados en el galpón de depósito del operador de tren de cargas en el predio de Santa Fe Pasajeros. Luego se conocería que el traslado de los coches fue para no dejarlos varados, puesto que en esos días se removió un cambio de vía que dejó desconectado el trayecto del proyecto de Tren Urbano. Desde el municipio explicaron que el traslado fue motivado por el aumento de frecuencias del tren carguero,

pero no es consistente con la realidad puesto que los coches no estaban cerca del recorrido afectado al tren de cargas. Finalmente, en marzo de 2022, se anunció que se subastaría el material rodante restante.



Figura 49: Estado actual de las ex estaciones de Tren Urbano.

(Fuente: Elaboración propia)

7.3. Alternativa N° 3: Tren urbano en el tramo comprendido entre la ciudad de Santo Tomé y calle Facundo Zuviria de Santa Fe

Esta alternativa es similar a la anteriormente mencionada, con la salvedad del cambio en su recorrido para poder captar los usuarios de transporte público provenientes de las ciudades vecinas de Santo Tomé y Sauce Viejo. Teniendo en cuenta que actualmente el Puente Carretero se encuentra funcionando parcialmente, y en ocasiones se interrumpe por completo, todos los habitantes del sur del Gran Santa Fe deben recurrir a otros medios para poder trasladarse, ya sea por trabajo, estudios, compras, etc. y no quedar excluidos del resto de la región.

La propuesta se plantea como un complemento a la comunicación ya existente, no busca reemplazar al puente carretero ni al servicio de colectivos sino colaborar con ellos, generando un sistema de transporte público e infraestructura que satisfaga la demanda actual.

Esta opción tendría una extensión de 9,50 kilómetros, lo cual implicaría, posiblemente, una inversión mucho mayor a la de la Alternatva N°2. Sin embargo, no puede obviarse que la misma otorga mayores beneficios una vez finalizada, dado que, al incluirse a los usuarios del transporte público de Santo Tome, se estaría abarcando un rango más amplio de usuarios que harían uso de este nuevo servicio de transporte y resolvería una problemática que viene hace años y para la cual la sociedad del Gran Santa Fe exige soluciones.



7.4. Elección de alternativa mediante evaluación multicriterio

Para seleccionar entre las diferentes alternativas propuestas, se lleva a cabo lo que se conoce como "evaluación multicriterio", una herramienta muy utilizada para tomar decisiones en distintos ámbitos y según distintas necesidades. Este enfoque analítico considera una variedad de factores que influyen en un proyecto y, mediante un sistema de puntuación, busca obtener un resultado óptimo para la implementación de la solución. Es importante tener en cuenta que la solución seleccionada debe cumplir con una serie de criterios, con el objetivo de abordar de manera integral el problema central.

Con la matriz confeccionada pueden aplicarse distintos métodos de procesamiento de datos para la clasificación o evaluación final de las opciones de solución, los cuales básicamente consisten en combinar las variaciones de los diferentes criterios y determinar la alternativa más favorable según los criterios establecidos. Además, ayudan a comparar y evaluar las variantes de manera más precisa y con mayor profundidad.

Uno de los métodos más difundidos por su facilidad de aplicación es el de "Puntuación Ponderada" y es el que se utiliza para analizar las tres alternativas. El procedimiento consiste en asignar una puntuación a cada opción en relación con cada criterio, multiplicar esas puntuaciones por los pesos de los criterios y sumar los resultados. A priori, la opción con mayor puntuación es la seleccionada.

Las ventajas que el criterio de "Puntuación Ponderada" ofrece y que justifican su elección son las siguientes:

- Consideración de múltiples criterios: la "Matriz Multicriterio" permite evaluar alternativas en función de múltiples criterios y el método de "Puntuación Ponderada" permite combinar y comparar las puntuaciones obtenidas en cada uno asignándoles distintos pesos, lo cual, además, refleja la importancia relativa en la decisión final.
- Flexibilidad en la asignación de pesos: la ponderación de cada criterio puede aplicarse de manera subjetiva o basada en opiniones de expertos. Esto permite reflejar las prioridades y el criterio de quien o quienes toman la decisión.
- Facilidad de cálculo y comprensión: el cálculo consiste en una simple operación de multiplicación y suma. De ahí su gran difusión.
- Resultados cuantificables: los resultados permiten una comparación cuantitativa de las alternativas, lo cual facilita la interpretación y comunicación de los resultados.
- Consideración de distintas escalas de medición: el método es adaptable al manejo de escalas numéricas, descriptivas o la que se considera adecuada.

A continuación, se presentan y describen brevemente los criterios tenidos en cuenta para llegar a la mejor solución posible:

a) Seguridad Vial (9%)

Este punto evalúa las medidas de seguridad que contemplan la integridad física de los individuos que transiten por la zona, ya sea a pie, bicicleta, vehículo motorizado o en transporte



público. Se analiza el grado de colaboración de la alternativa en la disminución de los accidentes de tránsito.

b) Mejoramiento de la movilidad urbana (14%)

Se considera la mejora en la fluidez del tráfico y la contribución en el acceso de los ciudadanos a sus destinos, como así también el grado de integración del área analizada que la alternativa genera. Además, se valora el hecho de una convivencia armoniosa con otros medios de transporte.

c) Alcance de la solución (12%)

En este aspecto, se evalúa la amplitud de la respuesta proporcionada por cada alternativa, con el fin de determinar el grado de resolución del problema. Es importante destacar que ninguna solución podrá resolver el problema de manera completa y definitiva, dado que la ciudad es un entorno dinámico en el que las características cambian constantemente, lo que hace que cualquier intervención tenga un carácter temporal y parcial.

d) Rapidez de ejecución (8%)

Para considerar este aspecto, se analizan las diversas magnitudes de obra requeridas para la ejecución de cada alternativa, así como los distintos métodos constructivos que deben aplicarse para realizarlas. Cabe aclarar que en este rubro se cuenta con un abanico muy amplio de opciones y, dado el surgimiento constante de nuevas tecnologías, cada vez es más variado.

e) Viabilidad social (10%)

Aquí se tiene presente el factor humano involucrado en cada alternativa y cómo afectan a la vida cotidiana de los mismos. De esta manera, se analiza el impacto que la implementación de cada una de las alternativas tendría en la sociedad ya que, los ciudadanos, interactuarían con este proyecto de manera pasiva o activa. Además, se intenta prever las posibles recepciones, desde la perspectiva de la opinión pública, que generaría la construcción de una u otra alternativa.

f) Viabilidad política (7%)

En esta etapa, se evalúan las alternativas teniendo en cuenta la predisposición del gobierno de turno, la situación actual del país y los contextos políticos generales. Esto tiene un impacto directo en la toma de decisiones, ya que cualquier intervención en la ciudad de este estilo suele implicar, en mayor o menor grado, una ayuda económica proveniente del municipio, la provincia o la nación.

g) Viabilidad técnica (8%)

En esta evaluación, se consideran principalmente factores técnicos para la ejecución de cada alternativa, como el diseño geométrico de las vías de circulación, los pasos a nivel correspondientes, las capas de rodamiento de ser necesarias, las pendientes máximas, el tipo de maquinaria



requerida y el nivel de capacitación de la mano de obra involucrada en la ejecución de las obras, entre otros aspectos técnicos.

h) Viabilidad económica (9%)

En este análisis se realiza una comparación entre los costos estimados de cada tipo de obra, sabiendo que en todos los casos la inversión sería importante y se tiene en cuenta la posibilidad de utilizar infraestructura existente, como así también los usuarios que serían atraídos al nuevo sistema.

i) Impacto urbanístico (9%)

Dado que este proyecto tendrá un impacto significativo en el normal desarrollo de la ciudad, consideramos crucial tener en cuenta su dimensión urbana al tomar decisiones. Este aspecto es muy complejo de evaluar, ya que involucra aspectos estéticos y sociales. Cada alternativa puede generar respuestas diversas en cuanto al crecimiento de la ciudad, y estas respuestas no pueden preverse con certeza.

Es relevante destacar en este punto que, desde la perspectiva del urbanismo, ninguna solución puede considerarse definitiva. La ciudad se percibe como un organismo vivo, en constante cambio y evolución. Lo que puede ser una solución hoy, podría no serlo mañana e incluso transformarse en un nuevo problema en algún futuro.

j) Sostenibilidad ambiental (14%)

El concepto de desarrollo sostenible implica satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras. El objetivo del desarrollo sostenible es definir proyectos viables que reconcilien los aspectos económicos, sociales y ambientales de las actividades humanas, buscando progresar en estos ámbitos sin dañar el medio ambiente.

7.4.1. Matriz multicriterio

En línea con la metodología de análisis según “Matriz Multicriterio de Puntuación Ponderada”, se asigna un puntaje a cada indicador dentro de cada alternativa en particular. Se utiliza una escala de puntuación numérica del 1 al 10, donde el 10 representa la mejor situación y el 1 la peor.

7.4.1.1. *Alternativa 1: Corredor urbano (Vías segregadas)*

- **Seguridad Vial: 5;** si bien se mejoraría la situación, sobre todo para el Transporte Público de Pasajeros, ya que circularía por una vía única, se interceptarían avenidas y calles principales de la ciudad.
- **Mejoramiento de la movilidad urbana: 5;** aceleraría el tránsito y mejoraría el funcionamiento de las líneas de colectivo urbanas e interurbanas en el tramo de la ciudad de Santa Fe, pero no resolvería la situación en el resto de las arterias principales que conectan el Gran Santa Fe.



- **Alcance de la solución: 6;** resolvería parcialmente la problemática. Se actúa sobre un nudo importante pero no de forma integral.
- **Rapidez de ejecución: 6;** el tiempo de este tipo de obras es considerable y conllevaría reiteradas interrupciones en el tránsito.
- **Viabilidad social: 5;** resolvería la situación para una parte de los habitantes del Gran Santa Fe, no para la totalidad.
- **Viabilidad política: 5;** si bien el proyecto sigue la línea de los gobiernos municipales y provinciales de la generación de territorios integrados y promoción del transporte público de pasajeros, las tensiones actuales del contexto político y económico complican al desarrollo de proyectos de esta índole.
- **Viabilidad técnica: 6;** las obras necesarias para el proyecto serían complejas y considerablemente extensas pero realizables.
- **Viabilidad económica: 7;** a grandes rasgos, las obras consistirían en la construcción de paquetes estructurales de pavimento rígido y paradas intermedias para los usuarios. Comparando con la obra del MetroFé de la ciudad de Santa Fe, la cual en 2017 tenía un costo aproximado de \$19.000.000 por kilómetro, podría estimarse el valor de la obra a \$94.000.000 por kilómetro (considerando un 495% de inflación desde el año 2017 hasta el 2023, según BCRA).
- **Impacto urbanístico: 4;** un nuevo corredor vial en sentido este-oeste generaría un gran impacto en la movilidad y organización de la ciudad.
- **Sostenibilidad ambiental: 7;** en todo momento se considera la variable ambiental y se trabaja para mejorar ese aspecto.

7.4.1.2. *Alternativa 2: Tren urbano en el tramo comprendido entre calle López y Planes y calle Vélez Sarsfield.*

- **Seguridad Vial: 6;** el proyecto circularía por una vía única, pero intersecaría todas las Avenidas principales que recorren la Ciudad de Santa Fe de Sur a Norte y calles muy transitadas, lo cual aumenta el riesgo de ocurrencia de siniestros viales.
- **Mejoramiento de la movilidad urbana: 7;** al plantear una alternativa al sistema de transporte público actual, aceleraría el tránsito y mejoraría el funcionamiento de las líneas de colectivo urbanas e interurbanas en el tramo de la ciudad de Santa Fe, pero no resolvería la situación en las arterias principales que conectan el Gran Santa Fe.
- **Alcance de la solución: 7;** resolvería parcialmente la problemática. Se actúa sobre un nudo importante pero no de forma integral.
- **Rapidez de ejecución: 5;** el tiempo de este tipo de obras es considerable, ya que consiste en la reconstrucción de la infraestructura ferroviaria y la construcción de estaciones intermedias. Implicaría grandes interrupciones en el movimiento habitual de la ciudad.
- **Viabilidad social: 6;** resolvería la situación para una parte de los habitantes del Gran Santa Fe, no para la totalidad.
- **Viabilidad política: 7;** si bien el proyecto sigue la línea de los gobiernos municipales y provinciales de la generación de territorios integrados y promoción del transporte público



de pasajeros, las tensiones actuales del contexto político y económico complican al desarrollo de proyectos de esta índole.

- **Viabilidad técnica: 8;** las obras necesarias para el proyecto serían complejas y considerablemente extensas pero realizables, pudiendo aprovechar parte de la infraestructura vial existente.
- **Viabilidad económica: 6;** Las obras ferroviarias suelen ser más onerosas que las viales que sólo incluyen construcción de calzada. En base a consultas realizadas a empresas que hacen este tipo de obras, el costo aproximado por kilómetro (hoy en día) es de \$ 360.000.000. El costo es considerable.
- **Impacto urbanístico: 6;** impacto urbanístico alto, modificaría la organización de la ciudad.
- **Sostenibilidad ambiental: 7;** en todo momento se considera la variable ambiental y se trabaja para mejorar ese aspecto.

7.4.1.3. *Alternativa 3: Tren urbano en el tramo comprendido entre la ciudad de Santo Tomé y calle Facundo Zuviría de Santa Fe.*

- **Seguridad Vial: 7;** el proyecto circula por una vía única y se interceptaría a sólo 2 avenidas principales (López y Planes y Av. Facundo Zuviría), lo cual mejora la seguridad vial y disminuye la posibilidad de accidentes con automóviles u otros medios de transporte.
- **Mejoramiento de la movilidad urbana: 8;** Mejora la interconexión de las ciudades de Sauce Viejo y Santo Tomé con el resto de las localidades del Gran Santa Fe.
- **Alcance de la solución: 9;** el proyecto resuelve una problemática coyuntural fundamental que tiene hoy por hoy aislado a 2 de las 6 localidades del Gran Santa Fe.
- **Rapidez de ejecución: 5;** el tiempo de construcción de la infraestructura férrea y las estaciones de trasbordo conllevarían un tiempo considerable.
- **Viabilidad social: 8;** si bien la sociedad santafesina no está acostumbrada al tren como medio de transporte urbano o interurbano y puede tener muchos prejuicios sobre este, el pedido de una solución definitiva para la situación que se da en la interconexión Santo Tomé-Santa Fe es constante.
- **Viabilidad política: 8;** si bien el proyecto sigue la línea de los gobiernos municipales y provinciales de la generación de territorios integrados y promoción del transporte público de pasajeros, las tensiones actuales del contexto político y económico complican al desarrollo de proyectos de esta índole. A pesar de esto, el gobierno provincial ha demostrado un gran interés en generar una solución o alternativa para el Puente Carretero, ya que ha quedado obsoleto para el tránsito actual.
- **Viabilidad técnica: 9;** las obras necesarias para el proyecto serían complejas y considerablemente extensas pero realizables, pudiendo aprovechar parte de la infraestructura vial existente.
- **Viabilidad económica: 5;** si bien el costo del proyecto sería considerable (\$ 360.000.000 por kilómetro) y mayor a la Alternativa N°2 ya que la traza es más larga (9,5km) permitiría captar mayor cantidad de usuarios y lograr una solución más acabada.
- **Impacto urbanístico: 6;** impacto urbanístico alto, modificaría la organización de la ciudad.



- **Sostenibilidad ambiental: 7;** en todo momento se considera la variable ambiental y se trabaja para mejorar ese aspecto.



A continuación, se presenta la matriz anteriormente mencionada:

Tabla 7: Matriz multicriterio para la determinación final de la alternativa.

	CRITERIOS										Puntaje Final
	Seguridad Vial	Mejoramiento de la movilidad urbana	Alcance de la solución	Rapidez de ejecución	Viabilidad social	Viabilidad política	Viabilidad técnica	Viabilidad económica	Impacto urbanístico	Sostenibilidad ambiental	
ALTERNATIVAS	0,09	0,14	0,12	0,08	0,10	0,07	0,08	0,09	0,09	0,14	1,00
ALTERNATIVA N° 1 Corredor Urbano	0,45	0,56	0,72	0,48	0,5	0,35	0,48	0,63	0,36	0,98	5,51
	5	4	6	6	5	5	6	7	4	7	
ALTERNATIVA N° 2 Tren Urbano (A)	0,54	0,98	0,84	0,4	0,6	0,49	0,64	0,54	0,54	0,98	6,55
	6	7	7	5	6	7	8	6	6	7	
ALTERNATIVA N° 3 Tren Urbano (B)	0,63	1,12	1,08	0,4	0,8	0,56	0,72	0,45	0,54	0,98	7,28
	7	8	9	5	8	8	9	5	6	7	

(Fuente: Elaboración propia)



UTN * SANTA FE

INGENIERÍA CIVIL PROYECTO FINAL DE CARRERA

Capítulo VIII: DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

2024



Como resultado de la evaluación multicriterio se llega a que la opción más completa es la Alternativa N°3: Tren urbano en el tramo comprendido entre la ciudad de Santo Tomé y calle Facundo Zuviria de nuestra ciudad. A continuación, se desarrolla la propuesta.

8.1. Movilidad actual sobre el Puente Carretero

El análisis del flujo vehicular es crucial para entender el tráfico y planificar la infraestructura de transporte, de hecho, existen modelos que relacionan variables como volumen, velocidad y densidad para evaluar el nivel de servicio. Es fundamental proyectar la infraestructura considerando el volumen de tráfico y su crecimiento para evitar congestiones. Un flujo óptimo ocurre cuando la demanda es menor que la capacidad del sistema, pero la congestión surge cuando se acerca o supera la capacidad, resultando en accidentes y molestias para los usuarios.

Para poder estimar el volumen total de personas que se movilizan entre ambas ciudades deben utilizarse los datos de movilidad en ambos sentidos: Santo Tomé-Santa Fe y Santa Fe-Santo Tomé. Según los datos de TMDA obtenidos, los volúmenes de tránsito en un sentido y otro son prácticamente iguales por lo que, por simplicidad, se considera que el 50% corresponde a un sentido y el restante 50% al otro sentido. Además, consideramos el total de usuarios que pasan por el tramo del Puente Carretero compuesto por las distintas modalidades de transporte: mediante vehículos privados y mediante transporte público.

8.1.1. Determinación de pasajeros

Considerando los conteos disponibles para el cálculo de TMDA sobre el puente carretero (volumen y composición), se tendrán en cuenta los datos correspondientes a vehículos particulares livianos (autos, camionetas y motos) y a colectivos de transporte público urbano, ya que son los vehículos que eventualmente podrán utilizar el tren interurbano.

La distribución por tipo de vehículos se obtiene de analizar estudios de tránsito realizados en 2005 y en 2012 en el marco del proyecto de “Nueva Interconexión Vial entre las ciudades de Santa Fe y Santo Tomé”, el cual es un compromiso entre el Gobierno Nacional y la Provincia de Santa Fe desde 2007.

Respetando esos porcentajes de distribución de tipos de vehículos, se actualiza a los valores de tránsito del año 2023, quedando los mismos de la siguiente manera:



Tabla 8: Valores actuales del tránsito sobre el Puente Carretero.

PAX semanales por sentido		
TPP	83257	33%
Autos+camionetas	153899	61%
Motos	15138	6%
Total	252294	100%

VEH semanales por sentido	
Colectivos	2250
Autos+camionetas	102599
Motos	12615
Total	117464

Factor de ocupación	
Colectivos	37
Autos+camionetas	1,5
Motos	1,2

Fuente: (Elaboración propia en base a datos de años anteriores)

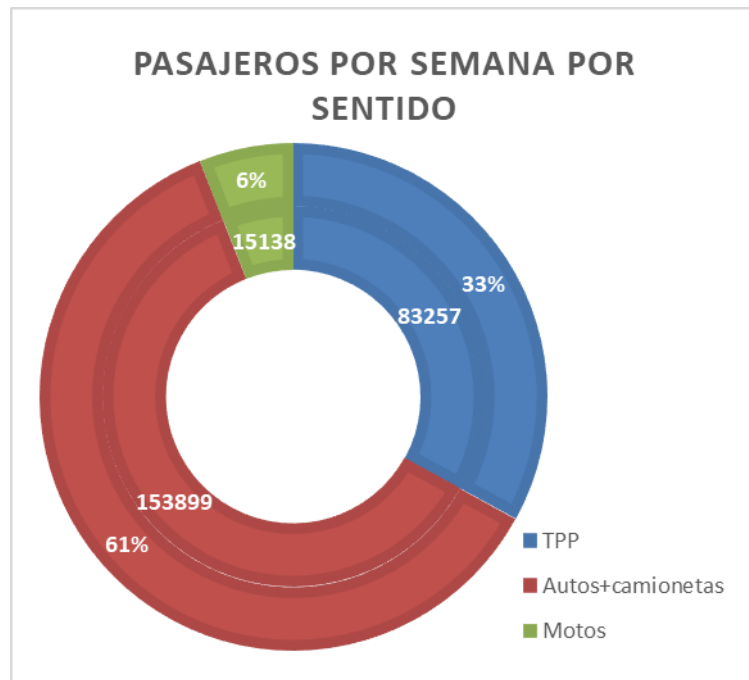


Figura 50: Distribución del tránsito sobre Puente Carretero según modalidad.

Fuente: (Elaboración propia en base a datos de años anteriores)



El sistema de transporte público que comunica las ciudades vecinas de Santa Fe y Santo Tomé a través de colectivos urbanos, está a cargo de la empresa CONTINENTAL TPA S.A., la cual brinda el servicio de la Línea C con sus variantes de recorridos. Hoy en día, se encuentran vigentes los servicios de la Línea C Azul, C Negra y C Verde la cuales ofrecen varios recorridos dentro de las ciudades mencionadas hasta aquí y además suman otras ciudades y localidades del gran Santa Fe, como ser: Sauce Viejo (al sur de Santo Tomé) y Colastiné, Arroyo Leyes, Rincón y Los Zapallos (al norte de Santa Fe). Existe también la Línea C Roja, la cual solo circula dentro de la ciudad de Santo Tomé.

Todos estos recorridos mueven una importante cantidad de pasajeros en el área abarcada por el sistema de transporte, lo cual da una magnitud de la importancia del proyecto. A continuación, se resumen en una tabla los números de usuarios mensuales que suman todas las líneas en el área de interés del proyecto.

Tabla 9: Cantidad de pasajeros movilizados, periodo Ene23 – Feb24.

ene-23	539095
feb-23	541862
mar-23	707566
abr-23	745254
may-23	736648
jun-23	666667
jul-23	642075
ago-23	776816
sep-23	773687
oct-23	796695
nov-23	717167
dic-23	615483
ene-24	575382
feb-24	469394
TOTAL	9303791

(Fuente: Elaboración propia)

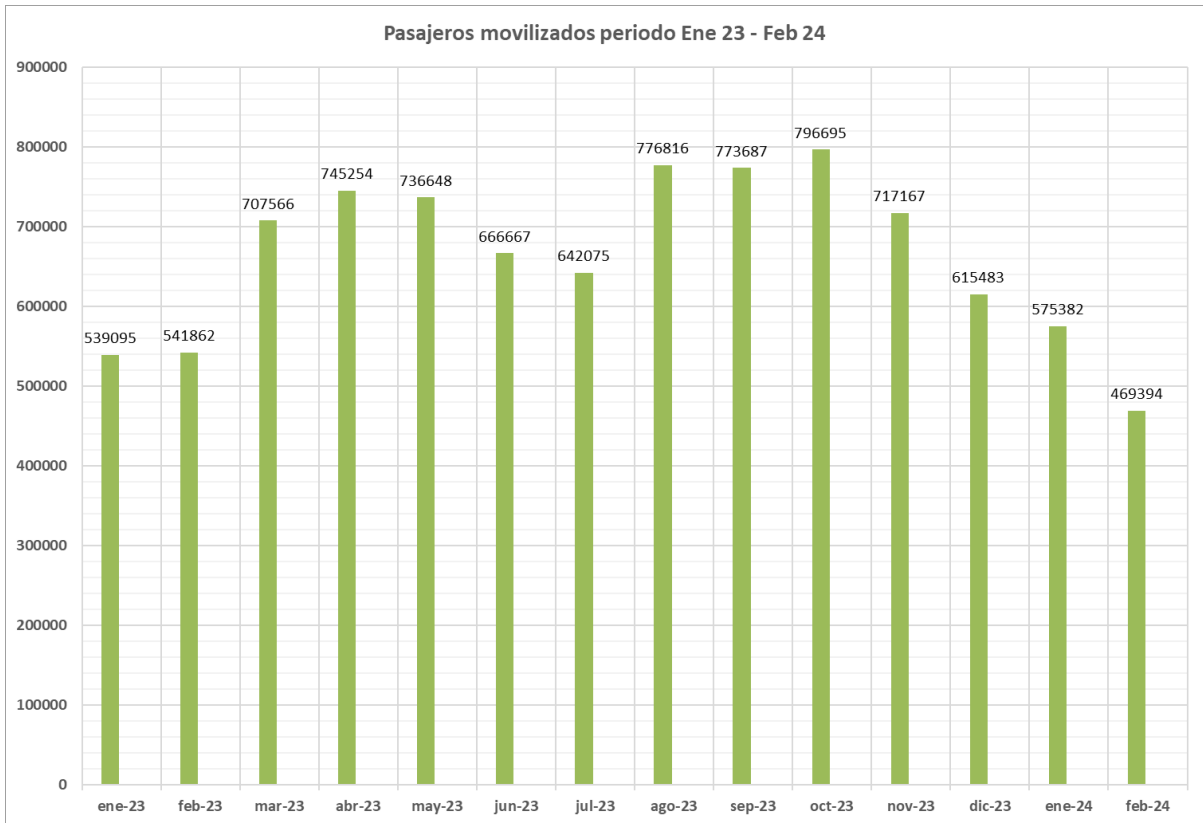


Figura 51: Grafico de cantidad de pasajeros movilizados, periodo Ene23 – Feb24.

(Fuente: Elaboración propia)

Para el estudio de la demanda, sólo se tendrá en cuenta el periodo Enero 2023–Diciembre 2023 y se descartan los recorridos con una cantidad poco significativa sobre el total. Finalmente, para el período seleccionado se tiene:

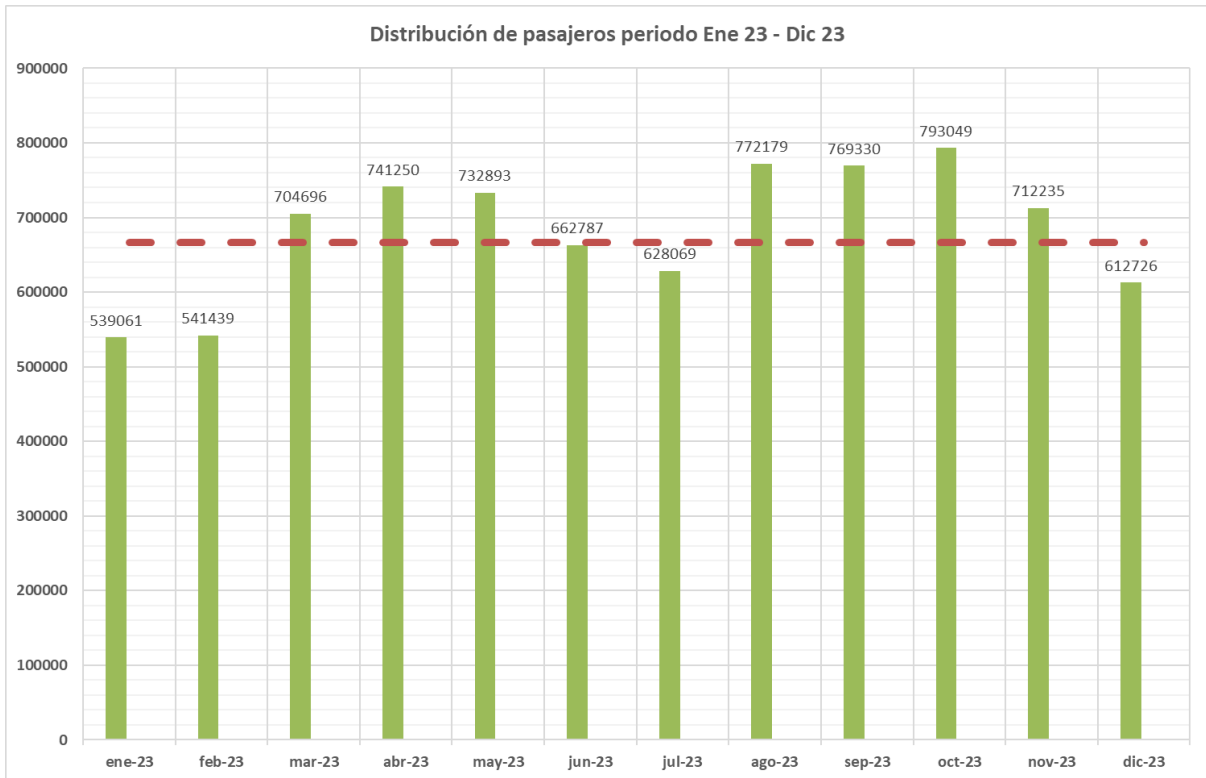


Figura 52: Grafico de cantidad de pasajeros movilizados, periodo Ene23 – Dic23.

(Fuente: Elaboración propia)

De la variación mensual puede determinarse que hay un mínimo de demanda en el mes de Enero y un máximo en el mes de Octubre.

Para tomar un valor representativo de todos los meses del año se hace un promedio ponderado entre estos valores. Finalmente, se toma un valor de pasajeros del transporte público por semana y por sentido.

Con los datos disponibles de los estudios de tránsito de los años 2005 y 2012 anteriormente citados, se analiza la distribución diaria y horaria que se ve reflejada en ellos y se decide aplicar los mismos porcentajes a los datos actuales. Además, se detallan tanto la cantidad de vehículos como la cantidad de pasajeros



Tabla 10: Análisis diario de pasajeros transportados en TPP por franja horaria sentido Santo Tomé–Santa Fe.

Cantidad de pasajeros transportados por TPP por rango horario sentido Santo Tomé - Santa Fe									
Rango Horario	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Promedio (sin Sab y Dom)	Promedio Semanal
0-1	45	39	40	40	44	37	37	42	40
1-2	12	10	11	11	12	10	10	11	11
2-3	8	7	7	7	8	7	7	7	7
3-4	16	14	14	14	16	13	13	15	14
4-5	32	27	29	28	31	26	26	30	29
5-6	222	189	198	196	216	180	180	204	197
6-7	782	667	700	690	761	636	633	720	696
7-8	1371	1169	1226	1210	1334	1114	1109	1262	1219
8-9	1044	891	934	922	1016	849	845	961	929
9-10	723	617	647	638	703	588	585	666	643
10-11	763	651	682	674	743	620	618	703	679
11-12	482	411	431	425	469	392	390	444	429
12-13	725	618	648	640	705	589	587	667	645
13-14	717	612	641	633	698	583	580	660	638
14-15	578	493	517	510	563	470	468	532	514
15-16	717	612	641	633	698	583	580	660	638
16-17	850	725	760	750	827	691	688	782	755
17-18	859	732	768	758	835	698	695	790	764
18-19	850	725	760	750	827	691	688	782	755
19-20	795	678	711	702	774	646	644	732	707
20-21	675	576	603	596	657	548	546	621	600
21-22	534	456	478	471	520	434	432	492	475
22-23	422	360	377	372	410	343	341	388	375
23-24	153	130	136	135	149	124	124	141	136
TOTAL	13376	11408	11961	11803	13013	10871	10825	12312	11894

*Para sábados y domingos se considera el 50% de pasajeros y colectivos respecto a los días semanales

(Fuente: Elaboración propia)

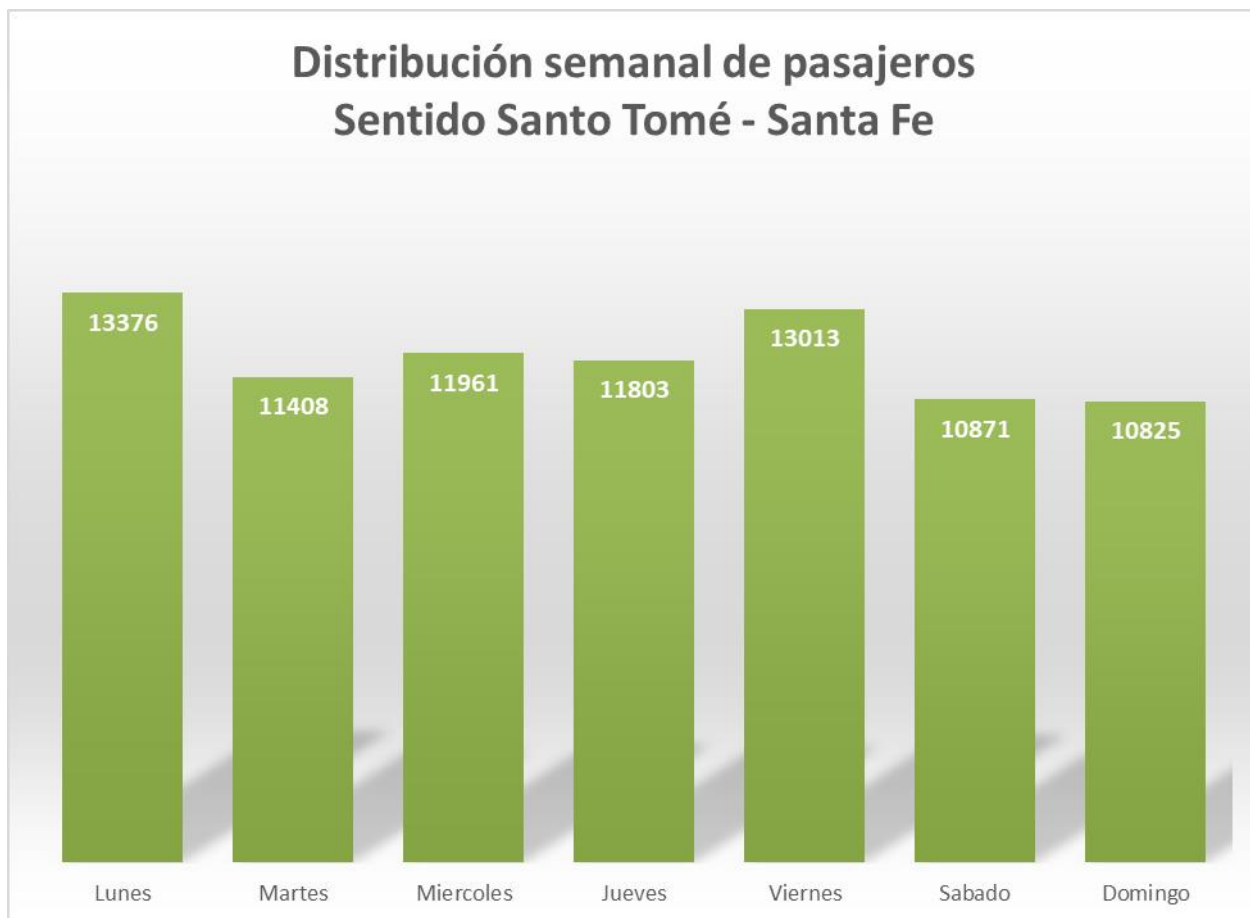


Figura 53: Análisis diario de pasajeros transportados en TPP sentido Santo Tomé–Santa Fe.

(Fuente: Elaboración propia)

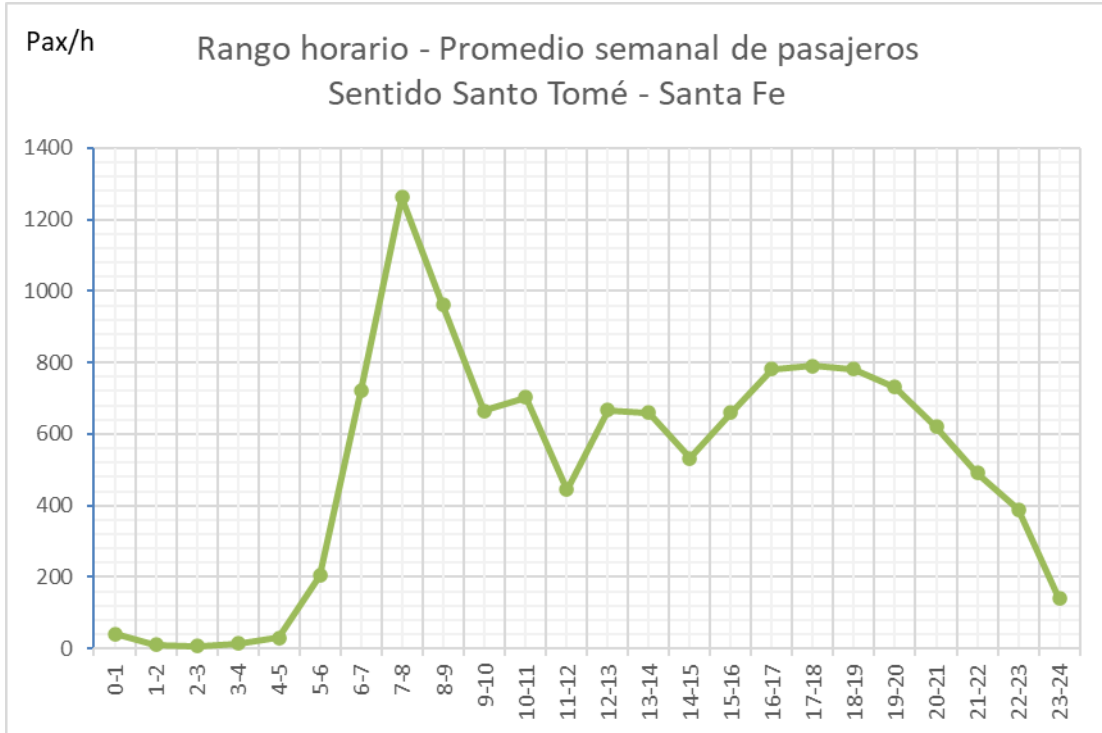


Figura 54: Análisis horario de pasajeros transportados en TPP sentido Santo Tomé–Santa Fe.

(Fuente: Elaboración propia)



Tabla 11: Análisis diario de pasajeros transportados en TPP por franja horaria sentido Santa Fe-Santo Tomé.

Cantidad de pasajeros transportados por TPP por rango horario sentido Santa Fe-Santo Tomé									
Rango Horario	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Promedio (sin Sab y Dom)	Promedio Semanal
0-1	59	50	55	54	67	45	45	57	54
1-2	18	15	17	16	20	14	13	17	16
2-3	5	4	5	4	6	4	4	5	4
3-4	5	4	5	4	6	4	4	5	4
4-5	5	4	5	4	6	4	4	5	4
5-6	65	55	61	59	73	50	49	63	59
6-7	268	228	252	243	302	204	203	258	243
7-8	580	493	545	526	654	442	440	560	526
8-9	670	569	629	608	756	510	508	646	607
9-10	569	483	535	516	642	434	432	549	516
10-11	638	542	599	579	720	486	484	616	578
11-12	727	617	683	659	820	554	551	701	659
12-13	1281	1087	1202	1162	1444	976	971	1235	1160
13-14	1182	1004	1110	1072	1333	901	896	1140	1071
14-15	687	583	645	623	774	523	520	662	622
15-16	547	464	513	496	617	417	414	527	495
16-17	770	654	723	699	869	587	584	743	698
17-18	966	820	906	876	1089	736	732	931	875
18-19	854	725	802	775	963	651	647	824	774
19-20	1044	887	980	947	1178	796	791	1007	946
20-21	921	782	865	835	1039	702	698	889	835
21-22	692	587	649	627	780	527	524	667	627
22-23	384	326	361	348	433	293	291	371	348
23-24	189	161	178	172	213	144	143	182	171
TOTAL	13127	11146	12325	11906	14805	10001	9948	12662	11894

*Para sábados y domingos se considera el 50% de pasajeros y colectivos respecto a los días semanales

(Fuente: Elaboración propia)

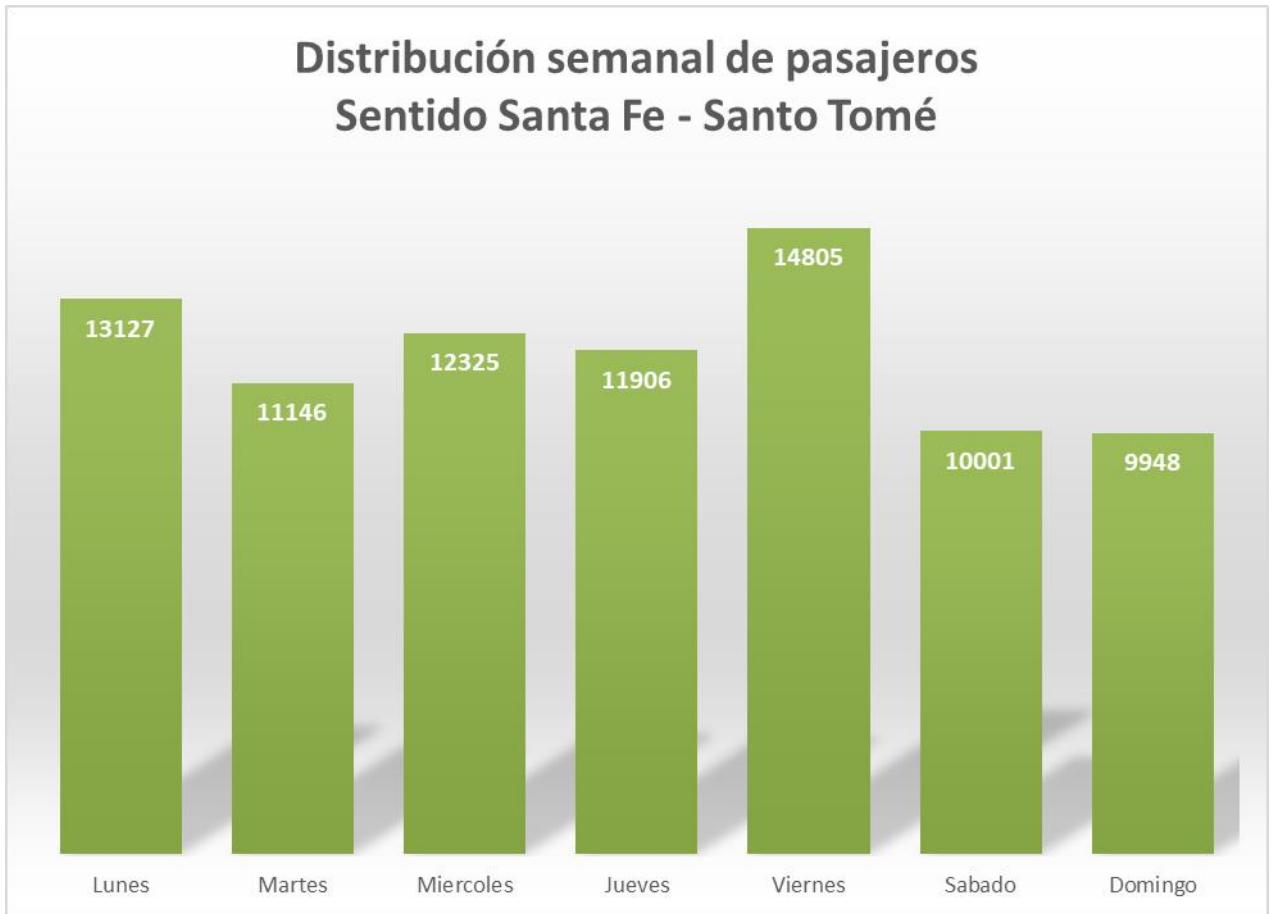


Figura 55: Análisis diario de pasajeros transportados en TPP sentido Santo Tomé–Santa Fe.

(Fuente: Elaboración propia)

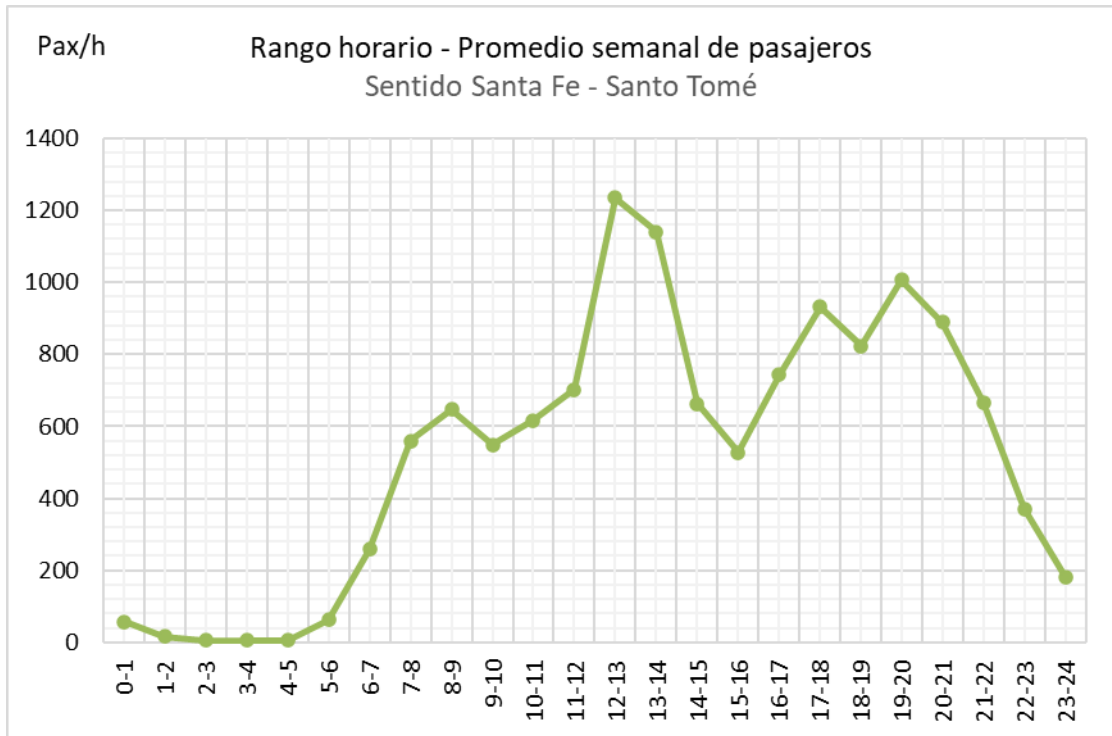


Figura 56: Análisis horario de pasajeros transportados en TPP sentido Santo Tomé–Santa Fe.

(Fuente: Elaboración propia)



Tabla 12: Análisis diario de pasajeros de vehículo particular por franja horaria sentido Santo Tomé-Santa Fé.

Cantidad de pasajeros de vehículos particulares por rango horario sentido Santo Tomé - Santa Fe									
Rango Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Promedio (sin Sab y Dom)	Promedio Semanal
0-1	305	260	273	269	297	248	247	281	271
1-2	181	155	162	160	176	147	147	167	161
2-3	105	90	94	93	102	86	85	97	94
3-4	103	88	92	91	100	84	84	95	92
4-5	112	96	101	99	109	91	91	103	100
5-6	383	326	342	338	372	311	310	352	340
6-7	1324	1129	1183	1168	1288	1076	1071	1218	1177
7-8	2688	2292	2403	2372	2615	2184	2175	2474	2390
8-9	1936	1651	1731	1709	1884	1574	1567	1782	1722
9-10	1521	1297	1360	1342	1480	1236	1231	1400	1352
10-11	1441	1229	1289	1272	1402	1171	1166	1326	1281
11-12	1466	1251	1311	1294	1427	1192	1187	1350	1304
12-13	1453	1239	1299	1282	1414	1181	1176	1338	1292
13-14	1291	1101	1155	1139	1256	1049	1045	1188	1148
14-15	1213	1035	1085	1071	1180	986	982	1117	1079
15-16	1647	1404	1472	1453	1602	1338	1333	1516	1464
16-17	1799	1534	1608	1587	1750	1462	1455	1655	1599
17-18	1825	1556	1632	1610	1775	1483	1477	1680	1623
18-19	1721	1467	1538	1518	1674	1398	1392	1584	1530
19-20	1519	1295	1358	1340	1478	1235	1229	1398	1351
20-21	1212	1034	1084	1070	1179	985	981	1116	1078
21-22	915	781	819	808	891	744	741	843	814
22-23	534	455	477	471	519	434	432	491	475
23-24	464	396	415	409	451	377	375	427	412
TOTAL	27158	23161	24284	23964	26420	22072	21978	24998	24148

*Para sábados y domingos se considera el 50% de pasajeros y colectivos respecto a los días semanales

(Fuente: Elaboración propia)



Tabla 13: Análisis diario de pasajeros de vehículo particular por franja horaria sentido Santa Fe-Santo Tomé.

Cantidad de pasajeros de vehículos particulares por rango horario sentido Santa Fe - Santo Tomé									
Rango Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Promedio (sin Sab y Dom)	Promedio Semanal
0-1	423	359	397	383	477	322	320	408	383
1-2	274	233	258	249	309	209	208	265	249
2-3	119	101	111	108	134	90	90	114	108
3-4	112	95	105	101	126	85	85	108	101
4-5	119	101	111	108	134	90	90	114	108
5-6	289	245	271	262	326	220	219	278	262
6-7	505	428	474	458	569	384	382	487	457
7-8	1040	883	976	943	1172	792	788	1003	942
8-9	1150	977	1080	1043	1297	876	872	1109	1042
9-10	1179	1001	1107	1069	1330	898	893	1137	1068
10-11	1281	1088	1203	1162	1445	976	971	1236	1161
11-12	1469	1247	1379	1332	1656	1119	1113	1416	1331
12-13	2335	1982	2192	2117	2633	1779	1769	2252	2115
13-14	2150	1826	2019	1950	2425	1638	1629	2074	1948
14-15	1442	1224	1353	1307	1626	1098	1092	1390	1306
15-16	1309	1112	1229	1188	1477	998	992	1263	1186
16-17	1646	1397	1545	1493	1856	1254	1247	1587	1491
17-18	1748	1484	1641	1586	1972	1332	1325	1686	1584
18-19	1771	1503	1662	1606	1997	1349	1342	1708	1604
19-20	1858	1577	1744	1685	2095	1415	1408	1792	1683
20-21	1872	1590	1758	1698	2112	1426	1419	1806	1696
21-22	1220	1036	1146	1107	1376	930	925	1177	1106
22-23	806	684	756	731	909	614	611	777	730
23-24	538	457	505	488	606	410	408	519	487
TOTAL	26652	22629	25023	24173	30058	20305	20197	25707	24148

**Para sábados y domingos se considera el 50% de pasajeros y colectivos respecto a los días semanales*

(Fuente: Elaboración propia)

Analizando los volúmenes de tránsito según el rango horario, se advierte que los picos en el sentido Santo Tomé-Santa Fe se dan entre las 6 y las 9 a.m. y en las primeras horas de la tarde, coincidiendo con los horarios de entrada laboral; por otro lado, en el sentido Santa Fe-Santo Tomé, los picos se dan en el horario del mediodía y al final de la tarde hasta las 20 p.m., coincidiendo con el fin de la jornada laboral.

Estos números representan claramente el flujo de personas que viajan desde Santo Tomé, incluyendo también a los vecinos de Sauce Viejo, a la ciudad capital para realizar diversas tareas, principalmente laborales.

8.2. Cálculo de demanda de la nueva modalidad de transporte

Para estimar la demanda del proyecto se trabaja sobre el 50% de la demanda actual, entendiendo como tal a la cantidad promedio de pasajeros que circulan por el Puente Carretero los días hábiles, para ambos sentidos de circulación. Se adopta un 50% ya que no todas las personas que cruzan de una ciudad a otra tienen como destino el área de influencia del proyecto; no obstante, debido al deterioro estructural del puente y al hecho de que ha quedado insuficiente para la demanda que lo solicita, se espera una buena aceptación del tren de pasajeros y un importante grado de utilización.



La demanda futura es calculada según dos criterios distintos; En ambos, se considera que el nuevo proyecto absorbe usuarios tanto del vehículo particular como del transporte público.

Tabla 14: Cálculo de demanda de la nueva modalidad según criterio 1, sentido Santo Tomé-Santa Fe.

Criterio 1:							
Composición							
70% de pasajeros que usan el TPP							
30% de pasajeros que usan vehículo privado							
Sentido Santo Tomé - Santa Fe							
Rango horario	Distribución actual de pasajeros			Distribución futura de pasajeros según criterio 1			
	Transporte privado	Transporte público (colectivos)	Pasajeros totales	Nueva modalidad	Transporte privado	Colectivos	Totales
0-1	281	42	323	0	281	42	323
1-2	167	12	179	0	167	12	179
2-3	97	8	105	0	97	8	105
3-4	96	15	111	0	96	15	111
4-5	104	30	134	0	104	30	134
5-6	353	205	558	0	353	205	558
6-7	1219	721	1940	436	854	217	1507
7-8	2474	1262	3736	813	1732	379	2924
8-9	1783	962	2745	605	1249	289	2143
9-10	1401	666	2067	444	981	200	1625
10-11	1327	703	2030	446	929	211	1586
11-12	1350	444	1794	358	945	134	1437
12-13	1338	668	2006	435	937	201	1573
13-14	1189	661	1850	410	833	199	1442
14-15	1117	533	1650	355	782	160	1297
15-16	1516	661	2177	459	1062	199	1720
16-17	1656	783	2439	523	1160	235	1918
17-18	1680	791	2471	529	1176	238	1943
18-19	1584	783	2367	512	1109	235	1856
19-20	1399	733	2132	467	980	220	1667
20-21	1116	622	1738	386	782	187	1355
21-22	843	492	1335	299	591	148	1038
22-23	492	389	881	0	492	389	881
23-24	427	141	568	0	427	141	568

(Fuente: Elaboración propia)



Tabla 15: Cálculo de demanda de la nueva modalidad según criterio 1, sentido Santa Fe-Santo Tomé

Sentido Santo Tomé - Santa Fe							
Rango horario	Distribución actual de pasajeros			Distribución futura de pasajeros según criterio 1			
	Transporte privado	Transporte público (colectivos)	Pasajeros totales	Nueva modalidad	Transporte privado	Colectivos	Totales
0-1	408	58	466	0	408	58	466
1-2	265	18	283	0	265	18	283
2-3	115	5	120	0	115	5	120
3-4	108	5	113	0	108	5	113
4-5	115	5	120	0	115	5	120
5-6	279	63	342	0	279	63	342
6-7	487	259	746	164	341	78	583
7-8	1003	560	1563	347	703	168	1218
8-9	1110	647	1757	393	777	195	1365
9-10	1138	550	1688	364	797	165	1326
10-11	1237	616	1853	402	866	185	1453
11-12	1417	702	2119	459	992	211	1662
12-13	2252	1236	3488	771	1577	371	2719
13-14	2074	1141	3215	711	1452	343	2506
14-15	1391	663	2054	441	974	199	1614
15-16	1263	528	1791	375	885	159	1419
16-17	1588	744	2332	499	1112	224	1835
17-18	1687	932	2619	580	1181	280	2041
18-19	1708	824	2532	545	1196	248	1989
19-20	1793	1008	2801	622	1256	303	2181
20-21	1806	889	2695	583	1265	267	2115
21-22	1178	668	1846	411	825	201	1437
22-23	778	371	1149	0	778	371	1149
23-24	519	183	702	0	519	183	702

(Fuente: Elaboración propia)



Tabla 16: Cálculo de demanda de la nueva modalidad según criterio 2, sentido Santo Tomé-Santa Fe

Criterio 2:							
Composición							
80% de pasajeros que usan el TPP							
20% de pasajeros que usan vehículo privado							
Sentido Santo Tomé - Santa Fe							
Rango horario	Distribución actual de pasajeros			Distribución futura de pasajeros según criterio 1			
	Transporte privado	Transporte público (colectivos)	Pasajeros totales	Nueva modalidad	Transporte privado	Colectivos	Totales
0-1	281	42	323	0	281	42	323
1-2	167	12	179	0	167	12	179
2-3	97	8	105	0	97	8	105
3-4	96	15	111	0	96	15	111
4-5	104	30	134	0	104	30	134
5-6	353	205	558	0	353	205	558
6-7	1219	721	1940	411	976	145	1532
7-8	2474	1262	3736	753	1980	253	2986
8-9	1783	962	2745	564	1427	193	2184
9-10	1401	666	2067	407	1121	134	1662
10-11	1327	703	2030	414	1062	141	1617
11-12	1350	444	1794	313	1080	89	1482
12-13	1338	668	2006	401	1071	134	1606
13-14	1189	661	1850	384	952	133	1469
14-15	1117	533	1650	325	894	107	1326
15-16	1516	661	2177	416	1213	133	1762
16-17	1656	783	2439	479	1325	157	1961
17-18	1680	791	2471	485	1344	159	1988
18-19	1584	783	2367	472	1268	157	1897
19-20	1399	733	2132	434	1120	147	1701
20-21	1116	622	1738	361	893	125	1379
21-22	843	492	1335	282	675	99	1056
22-23	492	389	881	0	492	389	881
23-24	427	141	568	0	427	141	568

(Fuente: Elaboración propia)



Tabla 17: Cálculo de demanda de la nueva modalidad según criterio 2, sentido Santa Fe-Santo Tomé.

Sentido Santa Fe - Santo Tomé							
Rango horario	Distribución actual de pasajeros			Distribución futura de pasajeros según criterio 1			
	Transporte privado	Transporte público (colectivos)	Pasajeros totales	Nueva modalidad	Transporte privado	Colectivos	Totales
0-1	408	58	466	0	408	58	466
1-2	265	18	283	0	265	18	283
2-3	115	5	120	0	115	5	120
3-4	108	5	113	0	108	5	113
4-5	115	5	120	0	115	5	120
5-6	279	63	342	0	279	63	342
6-7	487	259	746	153	390	52	595
7-8	1003	560	1563	325	803	112	1240
8-9	1110	647	1757	370	888	130	1388
9-10	1138	550	1688	334	911	110	1355
10-11	1237	616	1853	371	990	124	1485
11-12	1417	702	2119	423	1134	141	1698
12-13	2252	1236	3488	720	1802	248	2770
13-14	2074	1141	3215	664	1660	229	2553
14-15	1391	663	2054	405	1113	133	1651
15-16	1263	528	1791	338	1011	106	1455
16-17	1588	744	2332	457	1271	149	1877
17-18	1687	932	2619	542	1350	187	2079
18-19	1708	824	2532	501	1367	165	2033
19-20	1793	1008	2801	583	1435	202	2220
20-21	1806	889	2695	537	1445	178	2160
21-22	1178	668	1846	385	943	134	1462
22-23	778	371	1149	0	778	371	1149
23-24	519	183	702	0	519	183	702

(Fuente: Elaboración propia)

Se decide seguir trabajando con los datos obtenidos según criterio 1.

8.3. Elección del material rodante

Como primera instancia se van a analizar los principales fabricantes de este tipo de transporte ferroviario para el transporte urbano de pasajeros.

8.3.1. CRRC Tangshan

Importante fabricante chino de trenes de alta velocidad y del primer modelo de tren eléctrico ligero para exportación, el cual se produce en Hebei, al noreste de China. Este tren funciona con dos baterías de fosfato de hierro y litio de 353 KW/h de capacidad las cuales le permiten alcanzar una velocidad máxima de 60Km/h. Además, el tren cuenta con un sistema de paneles solares sobre la parte superior los cuales sirven para recargar las baterías.

El tren, articulado y de seis ejes, está diseñado para operar a una velocidad máxima de 60 kilómetros por hora, y puede transportar entre 72 y 388 pasajeros. Con cabinas de mando en ambos extremos, permite la conducción bidireccional. Cuenta, además, con funciones inteligentes como reconocimiento facial para su desbloqueo y un sistema terminal que facilita la interacción informativa con los pasajeros. Este mismo modelo es empleado en nuestro país en la provincia de Jujuy.



Figura 57: La ceremonia inaugural para celebrar la salida del convoy de la línea de montaje del tren ligero de nuevas energías en Tangshan, ciudad de la provincia china de Hebei en el norte de China.

(Fuente: <https://espanol.cgtn.com/news/2023-06-07/1666294436630380545/index.html>)

8.3.2. TecnoTren

Como ya se mencionó con anterioridad esta es una empresa nacional con sede en la localidad de El Talar, en la provincia de Buenos Aires. Su oferta tecnológica consiste en un vehículo bidireccional



y autónomo diseñado para el transporte de pasajeros, particularmente apto para vías de trocha ancha o media, y para servicios interurbanos de corta distancia. La parte mecánica está configurada en torno a un coche motor CM equipado con tracción en las cuatro ruedas, el cual provisto de dos frentes de acceso y conducción FC, asegura una capacidad para 50 pasajeros. Es posible reemplazar uno o ambos frentes por semi acoplados CA, lo que posibilita aumentar la capacidad de pasajeros a 100 o 150.

El núcleo del vehículo está equipado con un motor Diesel de 1.7 L y 65 CV. Los paneles exteriores inferiores son levadizos y fabricados en PRFV⁶, lo que facilita las labores de mantenimiento y servicio. La suspensión, independiente en todas las ruedas, cuenta con válvulas reguladoras de altura, amortiguadores telescópicos de doble efecto y estabilización mediante tubo torsor. Los frenos son neumáticos y de disco en las cuatro ruedas, con un sistema de frenado de emergencia y estacionamiento activado por resortes individuales en caso de pérdida de presión de aire.

Los conjuntos rodantes están conformados por una estructura metálica soldada que replica la forma inferior de la carrocería y sirve como su soporte. Esta estructura proporciona los puntos de articulación para las parrillas y los planos de actuación para las vejigas neumáticas. Las llantas de las ruedas cumplen con los perfiles normalizados.

La transmisión se lleva a cabo mediante dos ejes tubulares, casi paralelos al eje longitudinal del vehículo, conectados a la caja de velocidades y a cajas de reenvío a 90 grados mediante juntas cardánicas. Los ejes secundarios, pasando transversalmente por dentro de los tubos estabilizadores de la suspensión, proporcionan tracción a las cuatro ruedas mediante piñón, corona y cadena.

El diseño integral patentado del vehículo incluye un piso bajo a tan solo 20 centímetros de las vías, sin escalones ni pendientes, lo que facilita el acceso para pasajeros y permite la entrada de sillas de ruedas sin necesidad de andenes. La carrocería autoportante, construida en su totalidad en PRFV, alberga asientos enfrentados con apoyapiés a ambos lados, una amplia paquetera sobre ellos y los componentes mecánicos debajo.

Los asientos contribuyen significativamente a la resistencia estructural del vehículo, mientras que los frentes de doble cáscara y PRFV completan el cerramiento de cada cabina rígida. Las puertas plegadizas, totalmente acristaladas con vidrio templado, se encuentran en ambos laterales y cuentan con burletes selladores y bordes suaves para la seguridad de los pasajeros. La abertura entre los coches está sellada con un fuelle de goma.

La conducción se realiza desde cualquiera de los frentes, aunque la habilitación de uno implica la inhabilitación del otro. Ambos frentes están equipados con instrumental, limpiaparabrisas, faros, bocina y luces de posición.

⁶ Poliéster reforzado con fibra de vidrio.

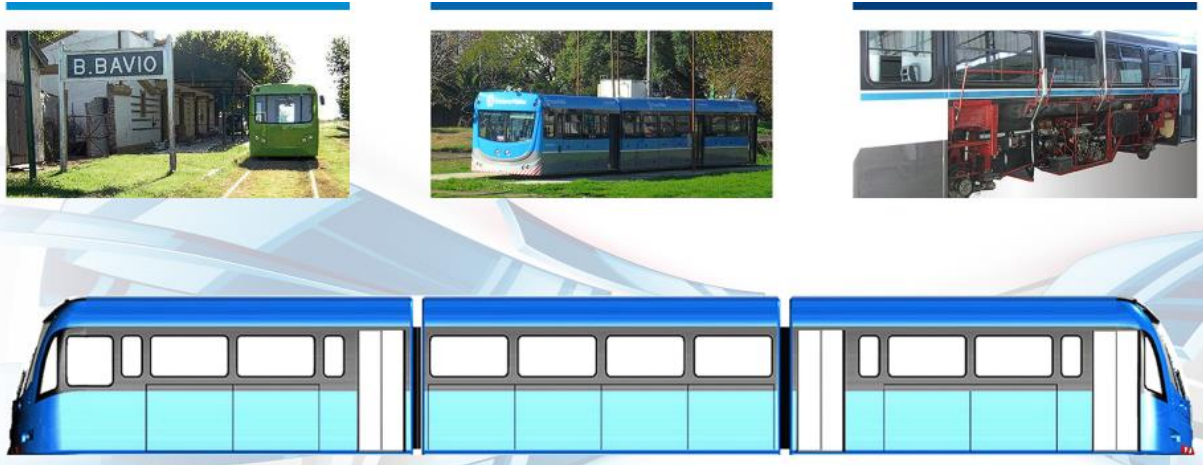


Figura 58: TecnoTren capacidad 150 pasajeros.

(Fuente: <https://www.tecnotren.com>)

8.3.3. Material Ferroviario S.A. (Materfer)

Material Ferroviario S.A. (Materfer) se erige como una planta industrial dedicada a la fabricación de material ferroviario, localizada en la ciudad de Córdoba, Argentina. Fundada por la ya desaparecida Fiat Ferroviaria a finales de la década del 50, fue inicialmente una subsidiaria de esta hasta el año 2002. En ese punto, el empresario argentino Sergio Taselli adquirió la fábrica por US\$ 5 millones, obteniendo así la maquinaria, los planos del Material Rodante producido a lo largo de la historia de la planta, la marca Material Ferroviario y su sigla Materfer, el logo, la marca GMD⁷ y la marca Agritec.

Con relación al material rodante, se presenta como una unidad bidireccional compuesta por un coche motor, apta para diversas modalidades de servicio ferroviario, con cabinas de conducción en ambos extremos, dos salones para pasajeros y un vestíbulo central que divide ambos salones, alineado con las puertas laterales para ascenso y descenso. El sistema de tracción está conformado por un motor Diesel y una transmisión hidrodinámica ubicados bajo el piso, los cuales, a través de un eje cardánico, propulsan el movimiento de ambos ejes de uno de los bogies.

El bastidor de la carrocería se construye con perfilera laminada y chapa plegada, unidas por soldadura continua para evitar corrosión. Se garantiza una superficie exterior plana y lisa mediante chapas de acero soldadas y amoladas con el sistema "Tampo". El revestimiento interior se compone de placas de PRFV ancladas y encastradas, mientras que el piso se conforma con chapa de acero, protegida y aislada con pintura y protex acuoso, sobre el cual se coloca un entablado de resinas fenólicas. Se incluye aislamiento térmico y acústico entre las superficies exteriores e interiores.

Los frentes de las cabinas, aerodinámicos y seguros, están hechos de PRFV y montados con cristales de seguridad laminados. El vehículo cuenta con diversas puertas, algunas automáticas y otras

⁷ Grandes Motores Diesel

neumáticas, con medidas de seguridad para evitar accidentes. Todas las puertas están construidas con una estructura soldada y recubierta para resistir la corrosión.

Los asientos son dobles, fijos, con respaldo urbano y apoyabrazos, y se instalan portaequipajes en los salones. Cada cabina de conducción tiene un pupitre de comando completo y asiento para el acompañante, junto con retrovisores de cámara, extintores y herramientas.

La iluminación interior y exterior está bien distribuida, con opciones de LED para mayor eficiencia. La calefacción se dispone debajo de los asientos, y la energía eléctrica proviene de alternadores accionados por el motor Diesel y almacenada en baterías de ácido.

El grupo motor-transmisión se compone de un motor Diesel conectado a una transmisión hidrodinámica, transmitiendo movimiento al bogie tractivo a través de un eje cardánico. La cadena de transmisión se sitúa bajo el bastidor, suspendida para minimizar vibraciones y facilitar el mantenimiento. Se incluyen tapas de inspección en el piso del coche para facilitar el acceso a los componentes mecánicos.



Figura 59: Material rodante Materfer.

(Fuente: <https://argentas.ar/index.php/division-movilidad/>)



Figura 60: Material rodante Materfer.

(Fuente: <https://argentas.ar/index.php/division-movilidad/>)

8.3.4. Opción adoptada

Al momento de decidir que opción sería la mejor se evalúan ciertos aspectos como ser costo del material rodante, costo y frecuencia de mantenimiento y demás aspectos técnicos. Además, se tienen en cuenta antecedentes de implementaciones de las opciones presentadas. Para abordar a la conclusión, se recurre a utilizar una matriz multicriterio para la cual se presentan y describen brevemente los criterios tenidos en cuenta para llegar a la mejor solución posible:

- Costo del material rodante (20%): en este punto se considera el valor del material rodante y consecuentemente la inversión que sería necesaria según la elección correspondiente.
- Mantenimiento y desempeño en servicio (25%): aquí se considera el costo de mantenimiento de la opción una vez puesta en servicio y su desempeño basado en experiencias de aplicaciones anteriores.
- Tecnología (15%): se evalúa la sofisticación de la tecnología y prestaciones brindadas.
- Cuidado ambiental (20%): se califica la amabilidad con el medio ambiente, se tienen en cuenta el uso de energías renovables y los certificados o etiquetados que garanticen la sostenibilidad ambiental de los equipos.
- Capacidad de pasajeros (20%): se tiene en cuenta la capacidad máxima de cada vagón y también la posibilidad de sumar módulos para aumentar la capacidad del tren.



En línea con la metodología de análisis según “Matriz Multicriterio de Puntuación Ponderada”, se asigna un puntaje a cada indicador dentro de cada alternativa en particular. Se utiliza una escala de puntuación numérica del 1 al 10, donde el 10 representa la mejor situación y el 1 la peor.

8.3.4.1. Alternativa 1: TecnoTren

- **Costo del material rodante: 10;** se da un puntaje de 10 ya que es la opción más económica por ser un fabricante argentino y justamente apunta a ser un vehículo barato para uso en zonas rurales de todo el país.
- **Mantenimiento y desempeño: 2;** Si bien el costo de mantenimiento y consumo de combustible son menores, el puntaje tan bajo refiere a experiencias en las cuales se decidió cambiar de vehículo debido a sus constantes roturas y problemas que obligaban a recortar o interrumpir el servicio, como ser: Tren Universitario de La Plata (reemplazado por coches motores NOHAB), Tren Universitario de San Martín (fuera de servicio), Provincia Entre Ríos (de los 5 coches que tiene la provincia ninguno funciona y se reemplazaron por coches Materfer), Circuito Tecnópolis (servicio cancelado) y Tren Urbano en Santa Fe (fuera de servicio).
- **Tecnología: 2;** La tecnología que usan es sencilla y las piezas que utilizan son fácilmente accesibles en la industria automotriz Argentina, ya que utiliza el motor de un auto Fiat Duna (no necesariamente nuevo).
- **Cuidado ambiental: 4;** si bien su baja potencia asegura una mínima contaminación por pasajero transportado y puede implementarse en vías existentes, es la opción menos sustentable de las 3.
- **Capacidad de pasajeros: 6;** la capacidad original es de 50 pasajeros, pudiendo acoplar coches y extenderla a 100 o 150.

8.3.4.2. Alternativa 2: Materfer

- **Costo del material rodante: 7;** las mayores prestaciones del coche se traducen en un precio de adquisición mayor.
- **Mantenimiento y desempeño: 7;** no se registran casos con costos de mantenimiento fuera de lo esperado para material rodante o en los que se haya decidido reemplazar los coches debido a falencias en sus prestaciones. El mantenimiento es realizado muchas veces por la misma empresa.
- **Tecnología: 7;** su tecnología garantiza coches con mejores comodidades y prestaciones y más seguros.
- **Cuidado ambiental: 8;** la compañía produce una nueva generación de locomotoras diésel que cumplen con los más alto estándares ambientales, que incluso han sido de interés para empresas norteamericanas. Las unidades garantizan una alta potencia (2800HP), con una baja emisión de gases y reducido consumo de combustible. Además, la empresa se encuentra comprometida para, en conjunto con otros productores, reducir la huella de carbono, tanto en los procesos productivos como en la puesta en servicios de los coches.
- **Capacidad de pasajeros: 8;** los coches permiten transportar hasta 280 pasajeros simultáneamente.



8.3.4.3. Alternativa 3: CRRC

- **Costo del material rodante: 2;** son coches importados que representarían una gran inversión.
- **Mantenimiento y desempeño: 8;** al ser un coche eléctrico reduce mucho el mantenimiento necesario y sus antecedentes de desempeño son óptimos.
- **Tecnología: 9;** cuenta con tecnología de avanzada permitiendo sr utilizados para líneas de alta velocidad.
- **Cuidado ambiental: 8;** los coches utilizan energía solar para recargar sus baterías y sus niveles de contaminación por pasajero son bajas.
- **Capacidad de pasajeros: 9;** permite llevar hasta 388 pasajeros simultáneamente.

Tabla 18: Matriz multicriterio para evaluar la elección del material rodante.

	CRITERIOS					Puntaje Final
	Costo del material rodante	Mantenimiento	Tecnología	Cuidado ambiental	Capacidad de pasajeros	
ALTERNATIVAS \ PESO	0,20	0,25	0,15	0,20	0,20	1,00
TecnoTren	2	0,5	0,3	0,8	1,2	4,8
	10	2	2	4	6	
Materfer	1,4	1,75	1,05	1,6	1,6	7,4
	7	7	7	8	8	
CRRC	0,4	2	1,35	1,6	1,8	7,15
	2	8	9	8	9	

(Fuente: Elaboración propia)

Como se puede apreciar, dados los criterios seleccionados para evaluar las distintas alternativas, se decide trabajar con la opción Material Ferroviario Materfer.

8.4. Perfil transversal

El ferrocarril representa un sistema de transporte donde los vehículos se desplazan de manera unidireccional sobre la vía guiados por elementos metálicos: la rueda y el riel.

Esta premisa fundamenta la importancia de considerar la vía no de manera independiente, sino como parte integral de un sistema rueda-riel. En este sistema, la adherencia juega un papel crucial al permitir la transmisión de los esfuerzos de tracción necesarios para el desplazamiento.

Desde esta perspectiva, tanto la vía como los vehículos se convierten en los elementos primordiales de este medio de transporte, interactuando de manera coordinada para garantizar su funcionamiento eficiente y seguro.

La estructura de la vía está constituida por dos elementos principales, la infraestructura, formada por la plataforma y la subbase, y la superestructura formada por el riel, durmientes, fijaciones y balasto.

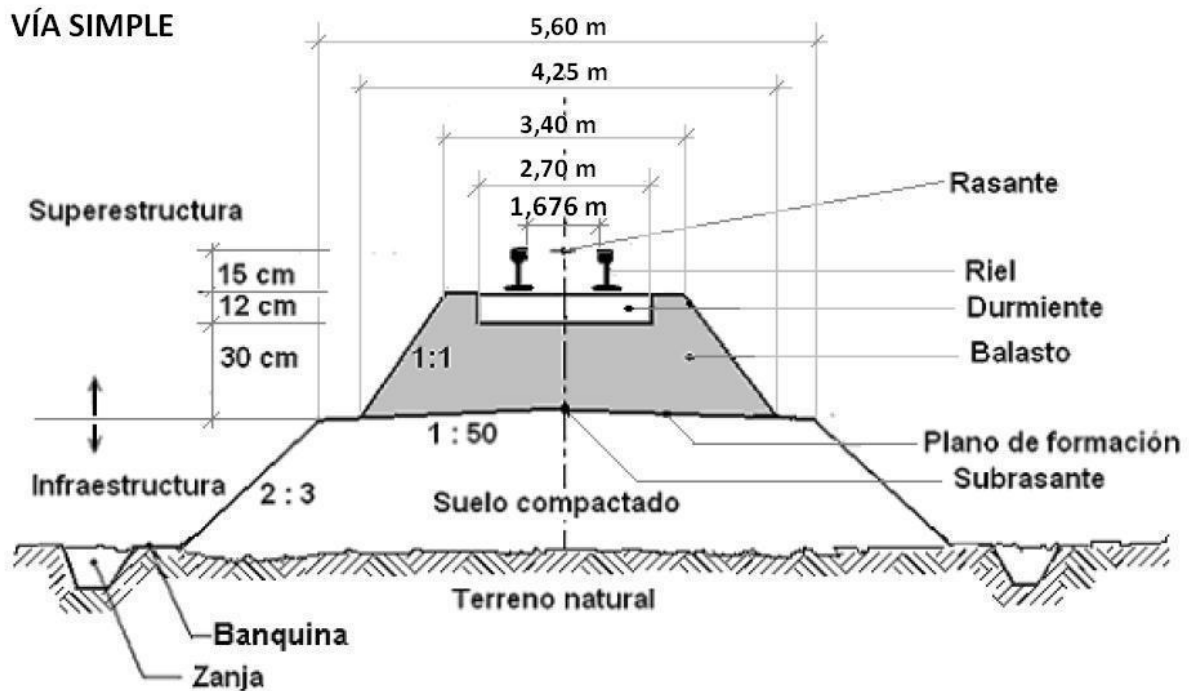


Figura 61: perfil transversal vía simple.

(Fuente: Manual Integral de Vías)

Dentro de las estructuras utilizadas en la ingeniería ferroviaria, se pueden identificar dos tipos principales. El primero, de naturaleza más tradicional y ampliamente empleado en Argentina; se compone básicamente por 3 capas: plataforma, capa de fundación y subbalasto (estas últimas dos llamadas conjuntamente subbase).

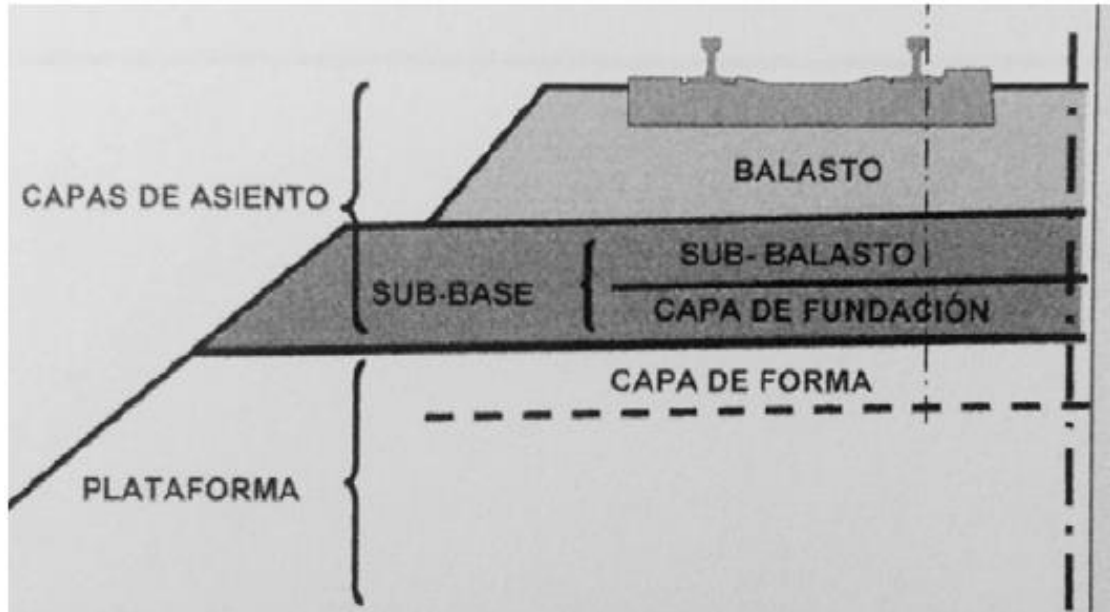


Figura 62: perfil transversal vía: infraestructura tradicional..

(Fuente: Apuntes de cátedra Vías de Comunicación II)

Otra tecnología propone una alternativa innovadora, desarrollada y muy aplicada en España, conocida como plataforma sobre losa corrida. Este tipo de estructura ha permitido la implementación eficiente de trenes urbanos, especialmente en tramos que atraviesan calles o avenidas, ya que se adapta de manera óptima a las necesidades de infraestructura y facilita la integración del ferrocarril en tejidos urbanos existentes.



Figura 63: vía sobre losa de hormigón armado

(Fuente: www.mundoferroviario.lat)

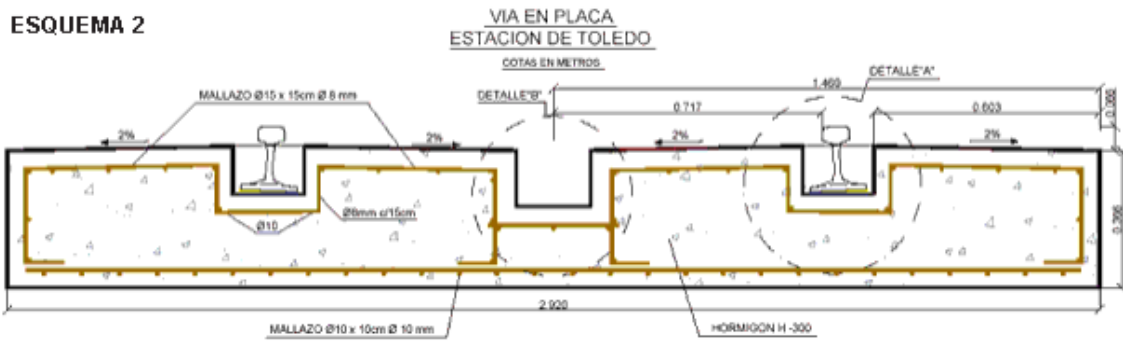


Figura 64: perfil transversal vía: estructura sobre placa)

(Fuente: <https://fcmf.es>)

8.4.1. Componentes de estructura de vía tradicional

8.4.1.1. Plataforma

La plataforma tiene la función de soportar los esfuerzos que le proporciona los componentes de la vía (la superestructura compuesta por riel, durmientes, fijaciones, balasto), no debiendo sufrir deformaciones.

La plataforma debe estar conformada por capas de suelos bien compactadas y de óptima calidad, la subrasante y/o plano de formación debe poder soportar las cargas que le transmite el balasto.

El plano de formación debe tener inclinación suficiente entre 3 a 4 cm por metro para facilitar el escurrimiento del agua de lluvia.

El comportamiento de la plataforma no siempre está asegurado, pueden producirse asentamientos y deformaciones que por lo general son causadas por mala calidad del suelo y compactación deficiente. (Manual Integral de Vías de NCA, 204, pág. 13)

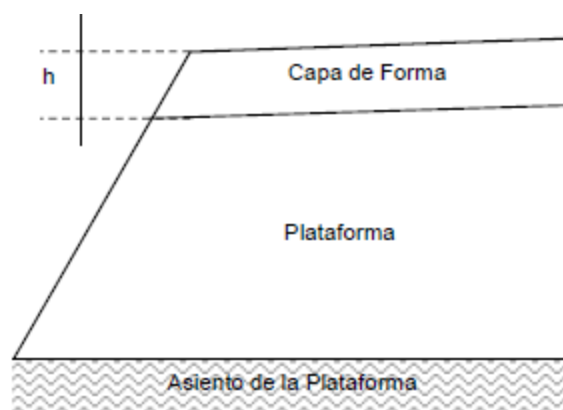


Figura 65: perfil transversal de subrasante en terraplén.

(Fuente: Apuntes de cátedra Vías de Comunicación II)

La plataforma es el soporte de la estructura ferroviaria y estará conformada por el terraplén o bien por el terreno natural en caso de desmontes. Debe, entre otras características asegurar una capacidad portante adecuada con valores de CBR mayores o iguales al 5%. La capa de forma, que conforma el coronamiento de la plataforma, debe tener valores de CBR mayores al 10% y su espesor se determina en función de: suelos que componen la plataforma y su capacidad portante y suelos que componen la capa de forma.

Cabe aclarar que la capa de asiento debe tener una consistencia suficiente y no debe involucrar suelo vegetal o materiales no aptos.

8.4.1.2. Subbase

La subbase de la estructura tendrá diferentes configuraciones según la calidad de la plataforma.

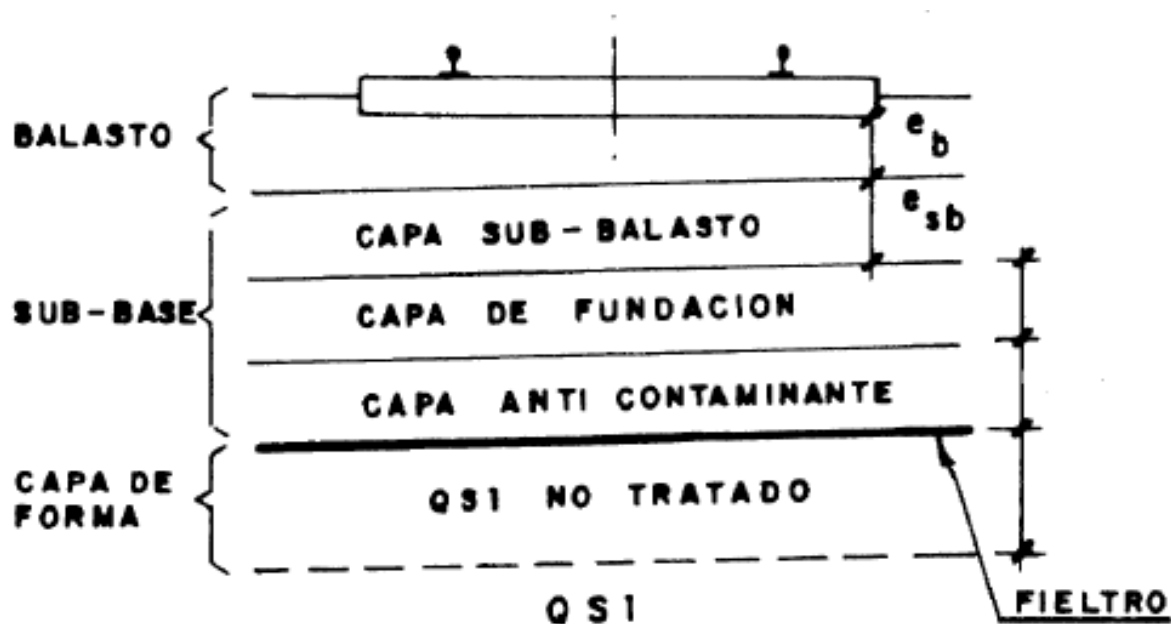


Figura 66: perfil transversal de estructura tradicional de vía férrea

(Fuente: Apuntes de cátedra Vías de Comunicación II)

- Filtro anticontaminante: evita la contaminación de la subbase por ingreso de finos y protege la capa de forma durante la construcción de la subbase. Por lo general, se usan geotextiles para conformar esta capa y su uso es inevitable si la plataforma tiene una capacidad portante mala o media.
- Capa anticontaminante: protege al balasto de la contaminación con materiales de capas inferiores. Suele ser una capa de arena de 15 centímetros y siempre está presente cuando la plataforma es de capacidad portante mala.
- Capa de fundación: es una capa de material granular de buena graduación de, aproximadamente, 15 centímetros de espesor. Su función es permitir la circulación de maquinaria durante el proceso constructivo y se contempla cuando se está en presencia de plataformas de baja o media capacidad portante.



- Capa de subbalasto: esta capa siempre está presente para soportar el tránsito de obra y proteger a la plataforma del efecto de erosión que puede generar el agua de lluvia. Debe realizarse con grava arenosa bien graduada con algo de finos y un 30% de material triturado como mínimo y debe cumplir con requisitos de desgaste según Deval y ensayo de Los Ángeles.

8.4.1.3. Balasto

El balasto es una capa fundamental para este tipo de estructuras y sus funciones principales son:

1. Brindar elasticidad y amortiguamiento a la vía → reducir intensidad de solicitaciones dinámicas
2. Disipar presiones hacia la plataforma → evitar que se superen los valores admisibles
3. Soportar la abrasión que las partículas pueden tener por contacto con estructuras rígidas

Para cumplir con las funciones 1 y 2, el espesor del balasto debe ser de entre 25 y 35 centímetros. Valores inferiores no garantizarían una adecuada disipación ni amortiguamiento y valores superiores podrían generar asentamientos elevados y un aumento de defectos geométricos. Por otro lado, para evaluar la resistencia a la abrasión (función 3) el material debe cumplir con ciertos requisitos que se miden con el ensayo Deval (seco y húmedo).

Idealmente, está compuesto por piedra partida de cantera, obtenida mediante la trituración de rocas que cumplen con las normativas de calidad. En nuestro país, se suele utilizar la granulometría Grado A1, que asegura un entorno de tamaño de 20 a 60 milímetros. El balasto de piedra partida destaca por su calidad superior y su capacidad para resistir cargas elevadas por eje.

Para que un balasto de piedra partida sea eficaz y pueda soportar cargas verticales superiores a 20 Tn por eje, deben cumplirse ciertos requisitos:

- Transmitir uniformemente las presiones de los durmientes al balasto.
- Resistir adecuadamente los esfuerzos laterales y longitudinales.
- Permitir correcciones geométricas precisas de la vía mediante equipos mecanizados.
- Facilitar el drenaje del agua de lluvia para mantener la capacidad de carga de la plataforma.
- Mantener la elasticidad de la vía para reducir las fuerzas dinámicas y minimizar su transmisión al plano de formación.

Para lograr estos objetivos, es crucial:

- Utilizar una granulometría adecuada para evitar la contaminación rápida del balasto con finos.
- Diseñar correctamente el espesor del balasto.

- Seleccionar rocas de calidad óptima para la producción del balasto.
- Garantizar un comportamiento adecuado durante el proceso de compactación.



Figura 67: Balasto.

(Fuente: <https://ingenieriaferroviaria.com.ar>)

8.4.2. Componentes de estructura de vía sobre losa

Como ha sido mencionado, esta tecnología permite emplazar trazados ferroviarios sobre tramos urbanos asegurando una alta calidad de prestación y menores costos de mantenimiento.

La losa corrida, en conjunto con un material elastómero (generalmente caucho), reemplazan al balasto y los durmientes y logra transferir tensiones de manera uniforme y de valor menores a la plataforma. El elastómero se coloca entre el riel y la placa principal y, entre ésta última y la plataforma, se coloca la placa base, la cual tiene como objetivo repartir las presiones por igual en la plataforma.

A continuación, se describen cada uno de los componentes de este tipo de estructura.

8.4.2.1. Plataforma

La plataforma es fundamental en el comportamiento estructural de la vía sobre losa de hormigón; y dada la dificultad de las reparaciones y mantenimiento, su calidad de ejecución inicial resulta fundamental. La experiencia de los expertos en construcción de caminos ha puesto de manifiesto que la causa principal de rotura de los pavimentos rígidos es el fenómeno de bombeo, el cual produce una socavación progresiva bajo la losa, fundamentalmente cuando existen suelos finos. Para evitar este efecto es necesario controlar y evitar el ingreso de agua por las juntas de dilatación de la losa, controlar y/o mejorar la calidad del suelo en caso de que sea necesario. Debido al apoyo



continuo y uniforme que proporciona la losa, las tensiones sobre el suelo pueden llegar a ser pequeñas, menores a $0,5 \text{ kg/cm}^2$.

8.4.2.2. Placa base

La placa base se ubica sobre la plataforma, con el objetivo fundamental de realizar una mejor repartición de cargas sobre el terreno y disminuir el efecto de bombeo, formando una cobertura de protección sobre la plataforma. La naturaleza y resistencia de esta placa no tiene gran incidencia al diseñar la losa principal, ya que el objetivo fundamental es dar uniformidad de sustentación a estas últimas. El espesor de esta placa base es, generalmente de 15 cm y se puede usar hormigón pobre o suelo estabilizado con betún, cemento, cal o algún otro ligante que cumpla los requisitos técnicos exigidos en proyecto.

8.4.2.3. Losa principal

La losa principal es la pieza estructural que brinda soporte a los rieles, sustituyendo en combinación con el elastómero, las funciones del balasto y de las traviesas, aunque a veces estas últimas se mantienen.

Existen diferentes tipos de estructuras de losa:

- Vía de balasto con durmientes a tope: Se comporta como si fuese en placa, colocando un durmiente a continuación de otro, consiguiendo mayor contacto durmiente-balasto, menor tensión transmitida y mejor conservación de la geometría del trazado.
- Vía sobre losa de elementos prefabricados: compuesta por losas prefabricadas, colocadas una junto a la otra, de tal manera que facilite la alineación. Este tipo de tecnología constructiva consigue la elasticidad con sujeción elástica, con elastómero entre riel y losa, o apoyando ésta elásticamente sobre la infraestructura.
- Vía sobre losa continua de hormigón armado o pretensado: se logra apoyando el riel sobre la losa con un elastómero o con placas de asiento, y con una sujeción elástica. En el caso del Hº Pretensado, se obtiene menores espesores y se evitan las fisuras, pero a mayor costo.
- Vía sobre losa mixta: sobre la losa principal de hormigón armado construida in situ se colocan unos elementos prefabricados, cuya misión principal es proporcionar a la sujeción elástica del riel un medio de anclaje adecuado. Permite que la parte construida in situ no exija tolerancias geométricas estrictas, pues la nivelación y alineación las da el elemento prefabricado y, además, las fisuras que se puedan producir en la losa no afectan al anclaje de la sujeción. Los durmientes, pueden estar unidos a la placa rígidamente, o elásticamente.

Las exigencias que debe cumplir el cemento utilizado son bastante parecidas a las obras de hormigón usuales. En todo caso el cemento debe ser de buena calidad y deberá mantener un estricto grado de uniformidad a lo largo de la construcción, por lo cual se debe prohibir el empleo simultáneo de cemento procedente de distintas fábricas. Durante el fraguado es necesario asegurar un buen curado para disminuir el número de grietas de retracción, que pueden dañar la firmeza de la sujeción elástica, así como mantener la resistencia mecánica del hormigón por encima de 350 kg/cm^2 .



A continuación, se plantean las principales ventajas y desventajas de este sistema, respecto de la estructura tradicional para ferrocarriles:

➤ **Ventajas:**

- Soporta mayores cargas por eje.
- Disminuye la presión transmitida a la plataforma.
- Implica menor costo de mantenimiento.

➤ **Desventajas:**

- Mayor inversión inicial
- Dificultad en mantenimiento de la plataforma (en caso de requerirse)

8.4.3. Funciones de los componentes de la superestructura de la Vía

Los materiales que se describen a continuación son utilizados en ambas estructuras descriptas anteriormente, sin demasiadas variantes. Si bien, en algún caso puede preferirse el uso de algún material en particular o algún tipo específico, la función de cada uno en las estructuras no variará.

8.4.3.1. *Durmiente*

Los durmientes, componentes esenciales en la estructura de la vía, pueden ser de madera dura, hormigón o acero. En nuestro país, los durmientes de madera dura, específicamente de quebracho, son los más comunes, aunque recientemente se está adoptando el uso de durmientes de hormigón.

Los durmientes de quebracho colorado son piezas rectangulares con forma de paralelepípedo, con aristas y secciones rectangulares. Esta madera, rica en taninos, no requiere tratamiento adicional debido a su resistencia natural a los agentes atmosféricos. Además, sus propiedades mecánicas superan a otras maderas utilizadas en Argentina y en el mundo, lo que prolonga su vida útil. Actualmente, se emplea quebracho blanco tratado con sales CCA (cobre-cromo-arsénico), ya que el tratamiento con creosota está prohibido.

Los durmientes de quebracho, tanto colorados como blancos, por su alta elasticidad y resistencia, pueden ser utilizados sin necesidad de silletas, a diferencia de otras maderas consideradas semiduras.

Las funciones principales de los durmientes son:

- Mantener la separación establecida entre los rieles (trocha).
- Distribuir las cargas recibidas por los rieles al balasto, sin ceder ni deformarse.
- Proporcionar amortiguación ante los esfuerzos dinámicos.
- Reducir el impacto acústico.
- Soportar las fijaciones sin dañar la madera, permitiendo el desempeño adecuado ante los esfuerzos longitudinales y laterales.

Es crucial que los durmientes se coloquen de manera uniforme y distribuida, respetando las especificaciones de diseño y escuadría para garantizar el correcto funcionamiento de la vía.



Figura 68: Durmientes de madera (izquierda) y de hormigón (derecha).

(Fuente: <https://ingenieriaferroviaria.com.ar>)

8.4.3.2. Rieles

El riel desempeña múltiples funciones cruciales para el ferrocarril, actuando como camino de rodadura, elemento portante y elemento de guiado, y está expuesto a sollicitaciones tanto estáticas como dinámicas. En tráficos ferroviarios, se transportan cargas de hasta 35 Tn por eje, que en líneas de alta velocidad se alcanzan velocidades que superan los 300 km/h. En terrenos con curvas pronunciadas, los rieles sufren altas sollicitaciones laterales debido al empuje de las ruedas.

Para cumplir con estas exigencias, los rieles deben tener las siguientes características:

- Alta resistencia al desgaste.
- Alta resistencia a la compresión.
- Alta resistencia a la fatiga.
- Alto límite elástico, resistencia a la tracción y dureza.
- Alta resistencia a la rotura.
- Capacidad de ser soldados.
- Alto grado de pureza de los componentes.
- Buena calidad de la banda de rodadura.

El perfil de riel más utilizado es el Vignole, compuesto por tres partes: la cabeza (hongo), el alma y el patín. La distribución de estas partes en el riel es aproximadamente del 40% para la cabeza, 22% para el alma y 38% para el patín.

Los rieles se fabrican principalmente con acero, y la composición química de sus componentes incluye carbono, manganeso, silicio, azufre y fósforo, los cuales influyen en propiedades como la dureza, la resistencia al desgaste y la soldabilidad.

El desgaste de los rieles, tanto vertical como lateralmente, se produce debido al contacto de las ruedas. El desgaste lateral es más pronunciado en el riel exterior de las curvas, mientras que en vías rectas puede deberse a deficiencias en la alineación y nivelación. Los desgastes en las juntas de los rieles dependen principalmente del estado de estas y del balasto.



Figura 69: Perfil de riel.

(Fuente: <https://ingenieriaferroviaria.com.ar>)

8.4.3.3. Fijaciones

Las fijaciones desempeñan un papel fundamental en la sujeción de los rieles a los durmientes y en el mantenimiento de la estabilidad de la trocha en las vías ferroviarias. Entre las principales funciones que deben cumplir las fijaciones para rieles se encuentran:

- Fijar los rieles a los durmientes.
- Garantizar la invariabilidad de la trocha.
- Facilitar la transferencia de los esfuerzos estáticos y dinámicos del material rodante a la infraestructura de la vía.
- Poseer resistencia mecánica y elasticidad constante durante toda su vida útil.
- Contribuir al aislamiento eléctrico entre los rieles.
- Tener un diseño simple que facilite su fabricación, colocación y mantenimiento.
- Ser económicas y tener una vida útil prolongada.

Las fijaciones para durmientes de madera pueden clasificarse en rígidas y elásticas, así como en directas (sin silletas) e indirectas (con silletas):

- Fijaciones rígidas (sin silletas): incluyen el clavo gancho y el tirafondo.
- Fijaciones elásticas (sin silletas): comprenden el clavo elástico simple y doble, el shun y gauge-Lock (clip de Pandrol), así como las fijaciones RN y Nabla.
- Fijaciones rígidas con silletas: utilizan silletas con inclinaciones de 1:20 o 1:40, y pueden incluir clavos gancho, tirafondos y clips rígidos con bulón.
- Fijaciones elásticas con silleta: ejemplos incluyen las fijaciones Nabla, RN, clip E Pandrol, entre otras.



Figura 70: Clavo gancho.

(Fuente: Manual Integral de Vías)



Figura 71: Gauge-Lock (Clip de Pandrol).

(Fuente: Manual Integral de Vías)

8.4.3.4. Juntas

Las juntas en las vías ferroviarias desempeñan un papel crucial al unir dos rieles entre sí. Están compuestas por dos piezas metálicas llamadas eclisas, y la separación entre los dos rieles se conoce como *cala* o *luz*. Las juntas tienen varias funciones esenciales:

- Facilitar la dilatación de los rieles debido a cambios de temperatura.
- Mantener los dos rieles unidos como una viga continua.
- Ofrecer resistencia a la deformación, similar a la de los propios rieles.
- Impedir movimientos verticales o laterales de los extremos de los rieles, permitiendo solo el movimiento longitudinal debido a la dilatación térmica.



Figura 72: Junta encuadrada.

(Fuente: Manual Integral de Vías)

Las condiciones de trabajo de las juntas las hacen puntos críticos en la vía ferroviaria, ya que son más débiles debido a la discontinuidad en la rigidez de la vía en esa zona. Esto puede provocar impactos al paso de las ruedas.

Existen diferentes tipos de juntas, como las suspendidas, las apoyadas y las semisuspendidas, siendo estas últimas las más comúnmente utilizadas en todo el mundo. También pueden clasificarse según su disposición en los rieles, como juntas a escuadras (en un mismo plano perpendicular al eje de la vía) o juntas alternadas (desfasadas a intervalos predeterminados, comúnmente en curvas).

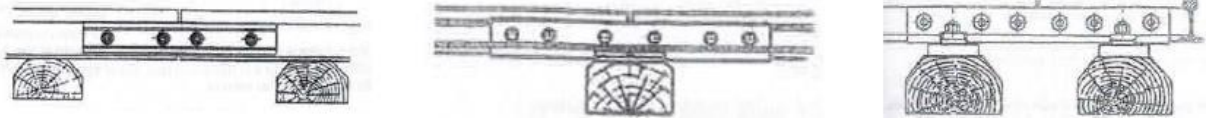


Figura 73: Junta suspendida, Junta apoyada y Junta Semisuspendida.

(Fuente: Manual Integral de Vías)

Las eclisas han evolucionado con el tiempo, desde las de tipo ángulo hasta las de tipo barra, que son las más utilizadas en la actualidad. Estas eclisas tipo barra están diseñadas con rebordes o salientes en la parte exterior para evitar el giro del bulón, lo que proporciona una mayor seguridad y estabilidad. Las eclisas se fabrican específicamente para cada tipo de riel y pueden tener 4 o 6 agujeros, dependiendo de la aplicación y el diseño de la vía.



Figura 74: Eclisa tipo barra de 6 agujeros.

(Fuente: Manual Integral de Vías)



Figura 75: Eclisa tipo barra de 4 agujeros.

(Fuente: Manual Integral de Vías)



Figura 76: Eclisa tipo ángulo de 4 agujeros.

(Fuente: Manual Integral de Vías)

8.4.3.5. Bulones

Los bulones son elementos de sujeción utilizados en las juntas ferroviarias para asegurar los dos componentes de la junta, típicamente las eclisas, a los rieles. Estos bulones tienen un cuerpo cilíndrico con un fileteado o rosca en su extremo o punta, lo que les permite enroscarse en las eclisas o en los agujeros de los rieles. Las cabezas de los bulones pueden tener diferentes formas, aunque las actuales suelen ser cuadradas para facilitar su manipulación y apriete con una llave especial. La tuerca se utiliza en conjunto con el bulón para asegurar firmemente los componentes de la junta, proporcionando así una conexión segura y estable en la vía ferroviaria.

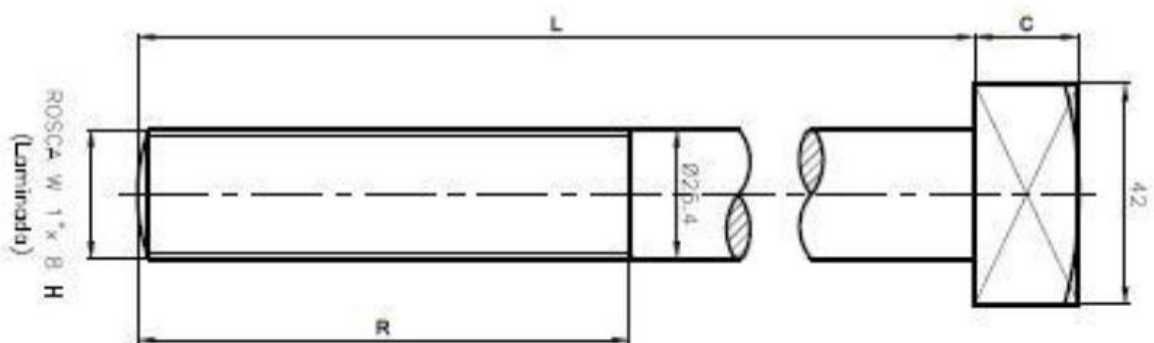


Figura 77: Bulón.

(Fuente: Manual Integral de Vías)

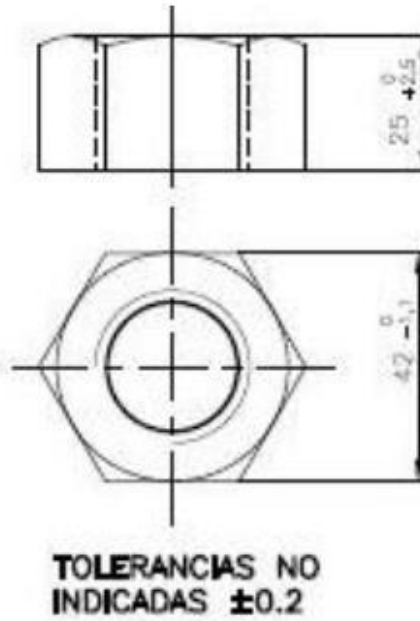


Figura 78: Tuerca.

(Fuente: Manual Integral de Vías)

8.4.3.6. Arandelas

Para prevenir que se aflojen los bulones, se emplean arandelas elásticas tipo Grower. Estas arandelas, de naturaleza elástica, adoptan la forma de un muelle o resorte y se utilizan con el propósito de evitar el aflojamiento de los bulones.



Figura 79: Arandela.

(Fuente: Manual Integral de Vías)

8.4.3.7. Anclas

El desplazamiento longitudinal de los rieles respecto a los durmientes resulta de los esfuerzos longitudinales generados por el material rodante y las variaciones de temperatura de los rieles. En vías con fijaciones rígidas (como clavos gancho o tirafondos) y en vías con fijaciones elásticas, que no proporcionan suficiente sujeción al patín del riel, se requiere la instalación de anclas.

Las anclas desempeñan un papel crucial al evitar el desajuste de la vía y cumplen funciones complementarias al prevenir el desalineamiento de los durmientes, el desajuste de las luces en las juntas y la retención del desplazamiento longitudinal del riel. Entre los diseños de anclas más comunes se encuentran las de tipo V, las de tipo fair o T, y las de doble cierre o tipo U.

Es fundamental garantizar una densidad adecuada de anclas por kilómetro de vía y analizar si estas cantidades son suficientes para contener el desplazamiento. Una forma de verificar si la cantidad de anclas es insuficiente es mediante la colocación de testigos y la observación de posibles desplazamientos de los durmientes que ejerzan presión sobre el balasto.

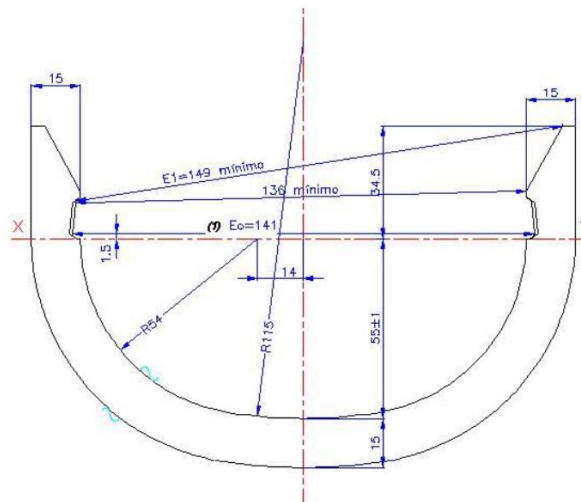


Figura 80: Arandela.

(Fuente: Manual Integral de Vías)

8.4.4. Diseño perfil transversal

Los modernos tranvías se proyectan actualmente con las características propias de un metro ligero; esto significa que la mayor parte de recorrido posible lo haga circulando por vías segregadas del resto de los vehículos, dadas las ventajas que ello supone en cuanto a la mejora de la velocidad comercial y a la protección frente a accidentes. Suelen distinguirse tres tipos de circulación de los tranvías dentro de las vías urbanas:



1. Ubicación junto a las aceras, en las cuales se disponen las paradas oportunas, de forma similar a como suele disponerse para el servicio de autobuses.
2. Ubicación sobre una plataforma central con andenes centrales.
3. Ubicación sobre una plataforma central con andenes laterales.

Un aspecto muy importante y que define el tipo de proyecto a realizar es el ancho de vía, al cual se lo define como la distancia entre las superficies más próximas de las caras laterales de las cabezas de los dos carriles, a 14 mm debajo del plano de rodadura. La elección del ancho de vía es una de las primeras decisiones a la hora de proyectar una nueva línea. Para la definición de este parámetro se tiene en cuenta, entre otros aspectos, la posibilidad de enlace de la nueva línea con otras existentes.

Los anchos de vía posibles son:

1. Trocha angosta (Francesa): 1 metro; es utilizada por el ferrocarril Belgrano Cargas y conforma el 30% de la red de Argentina
2. Trocha ancha (Inglesa): 1,668 metros; utilizada por el ferrocarril Nuevo Central Argentino S.A. en el 60% del país
3. Trocha media (Europea Standard): 1,435 metros; presente solo en el 8% de la red

En función de los relevamientos realizados y de la información que se obtuvo sobre el estado de la infraestructura existente, se indica el tipo de estructura que se utiliza en los distintos puntos del proyecto y los trabajos a realizar.

8.4.4.1. Vía nueva con estructura tradicional (simple y doble)

Esta estructura se utilizará en ambas ciudades y la presencia de carril simple o doble se detalla en el apartado de desarrollo geométrico del presente documento.

Según los relevamientos efectuados en la ciudad de Santo Tomé, en la zona de implantación del proyecto, se detecta una vía nueva de estructura tradicional cuya obra se encuentra interrumpida en un punto que en el mapa se indica como: "1: Fin vía nueva". Desde este punto al empalme con el puente ferroviario existente (punto número 4) se plantea la construcción de una nueva vía para posibilitar el paso del tren proyectado.

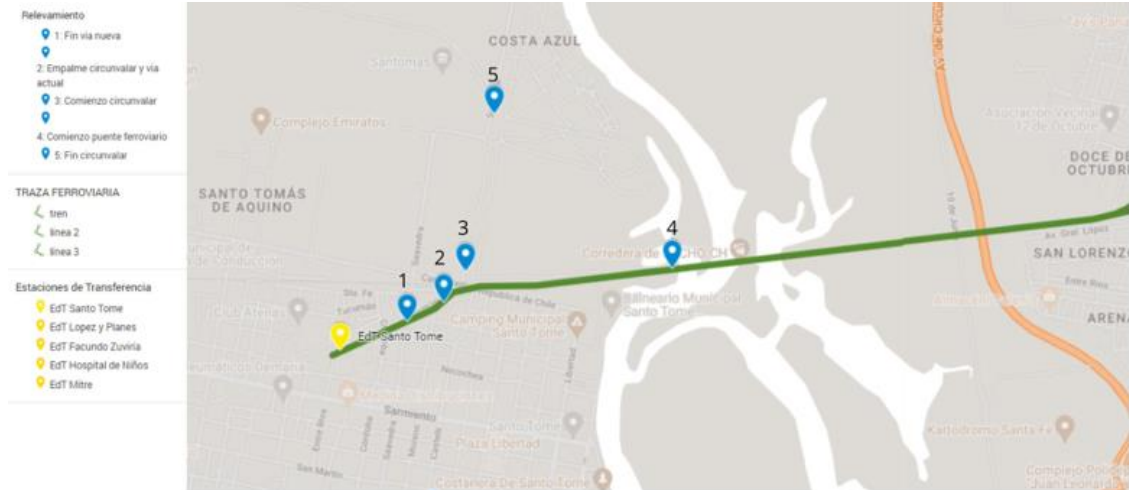


Figura 81: Mapa de ubicación de vías (Ciudad de Santo Tomé).

(Fuente: Elaboración propia)



Figura 82: Fin vía nueva (izquierda) e inicio puente ferroviario (derecha).

(Fuente: Elaboración propia)

Por otro lado, ya se ha mencionado que las vías existentes en la ciudad de Santa Fe están en muy mal estado. Esto se evidencia en los constantes descarrilamientos de los trenes de carga en puntos específicos y, además, puede advertirse a simple vista que no se han hecho las correctas tareas de mantenimiento en el último tiempo.

Este proyecto plantea el levantamiento completo de la vía existente, desde el fin del puente ferroviario (punto 6) hasta la última estación de transferencia planteada (EdT Facundo Zuviría), y la ejecución de una nueva estructura que asegure el correcto paso del tren de pasajeros. La mayor parte de la traza será construida con estructura tradicional. Los puntos en donde se cambie el tipo de estructura se detallan en el siguiente apartado.



Figura 83: Mapa de ubicación de vías (ciudad de Santa Fe)

(Fuente: Elaboración propia)

Cabe aclarar que, por el momento, dado que el Proyecto Circunvalar está detenido y los trenes de carga siguen circulando por la traza que será utilizada por el proyecto aquí planteado, se tuvo en cuenta que existe la necesidad de compartir la vía con los trenes de carga, por ende, se planea limitar su circulación en los horarios donde no funcione el servicio del tren de pasajeros. Además, una vez terminado y puesto en marcha el circunvalar, aún existirá la necesidad de compartir un pedazo de la trama, por lo cual, se planteó la ejecución de una doble vía en este tramo, para así evitar inconvenientes.

Referencias:

1. Durmientes de H°
2. Balasto
3. Subbalasto
4. Plataforma en terraplén
5. Plataforma central

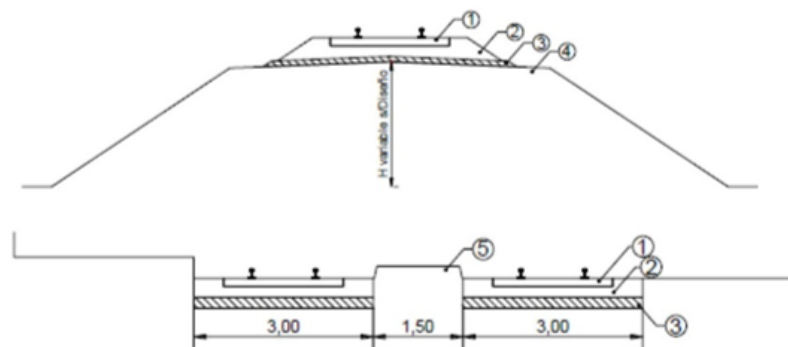


Figura 84: Perfil transversal vía simple tradicional en terraplén (arriba) y perfil transversal vía doble tradicional (abajo).

(Fuente: Elaboración propia)

8.4.4.2. Vía nueva con estructura sobre losa

Se plantea la construcción de este tipo de estructuras en zonas de intersección de la vía con avenidas importantes de la ciudad, en las que circula un volumen importante de tránsito y se generan las principales conexiones con los colectivos urbanos activos. Esto se da en las intersecciones con Av. López y Planes y Av. Facundo Zuviría.

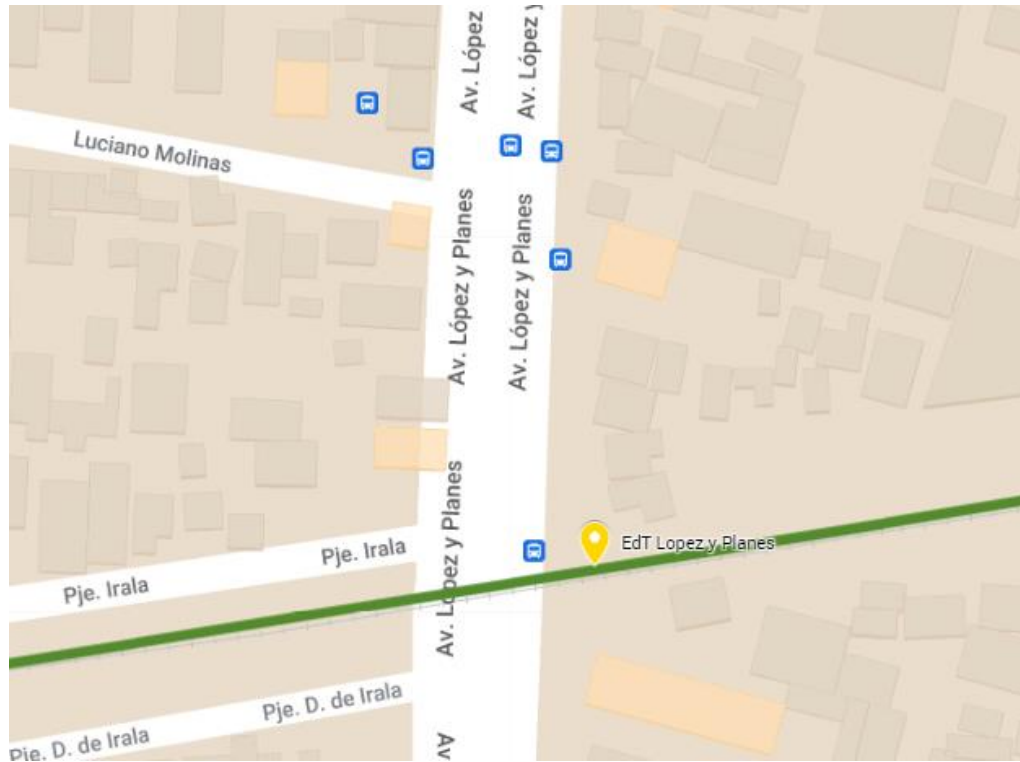


Figura 85: Intersección vía y Av. López y Planes.

(Fuente:Elaboración propia)

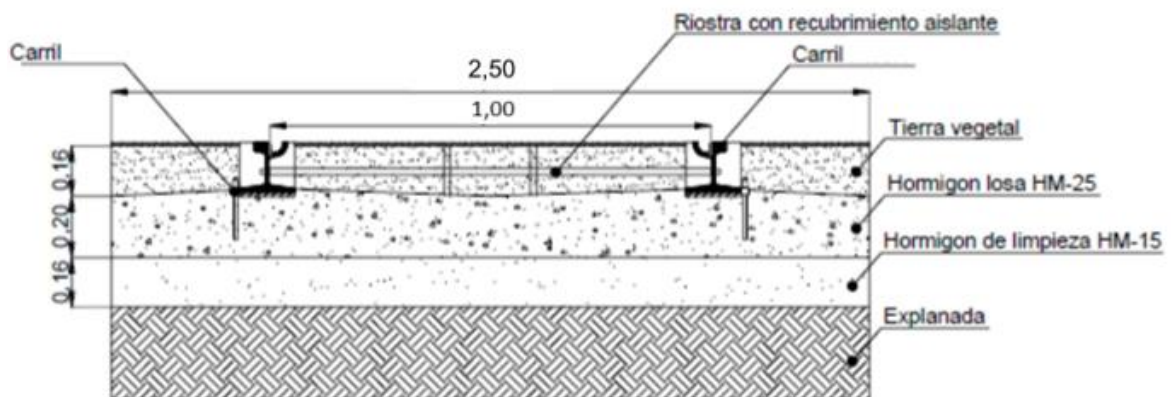


Figura 86: Perfil transversal vía sobre losa.

(Fuente:Elaboración propia)

8.5. Diseño geométrico

El tramo de vía existente se encuentra realizado con trocha angosta (1000 mm), esto se tendrá en cuenta para delimitar ciertos parámetros a la hora de realizar el diseño geométrico.

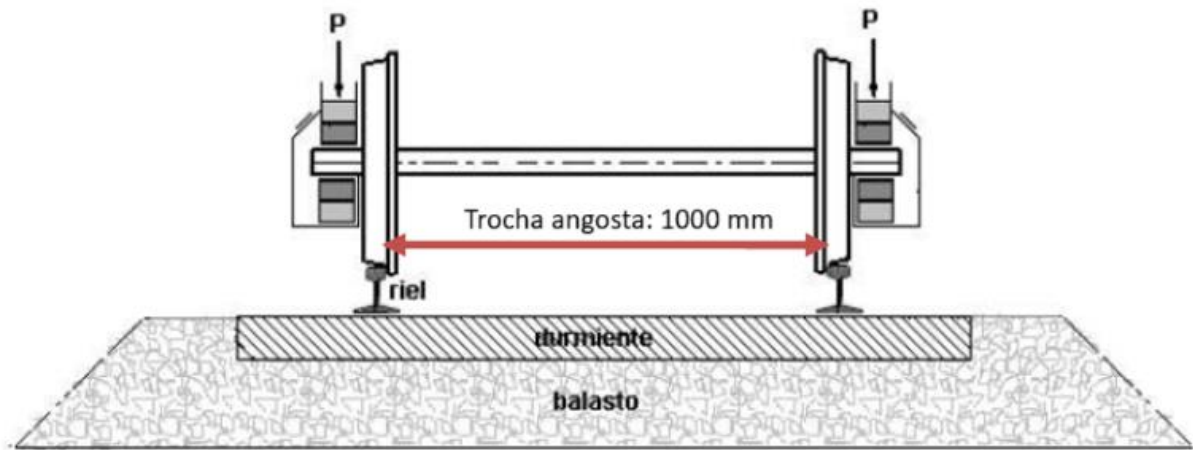


Figura 87: Vía con trocha angosta.

(Fuente: Manual Integral de Vías)

En la configuración del trazado geométrico de una vía ferroviaria, es esencial considerar dos aspectos principales: la alineación en planta, que abarca tanto las rectas como las curvas, y la altimetría, que comprende las rampas y las pendientes, en nuestro caso esta instancia no será necesaria ya que en la ciudad no contamos con desniveles muy significativos. Estos elementos son fundamentales para garantizar la seguridad, la eficiencia y la comodidad en la operación del ferrocarril.

8.5.1. Alineación en planta

8.5.1.1. Alineaciones en recta

Una alineación recta en el plano horizontal se caracteriza por ser una línea recta, lo que la convierte en la disposición óptima para cualquier trazado ferroviario. Representa la distancia más directa entre dos puntos consecutivos en la vía, lo que garantiza eficiencia y economía en el transporte ferroviario.

8.5.1.2. Alineación en curvas

Es cierto que en la planificación de una línea ferroviaria no siempre es factible seguir tramos rectos continuos. Es necesario incorporar curvas entre estos tramos rectos con el fin de sortear obstáculos y lograr rampas menos pronunciadas, aunque más extensas. Además de consideraciones técnicas y económicas, a menudo intervienen factores políticos y sociales en la determinación del trazado.

En cuanto a las curvas, estas pueden ser simples o compuestas, y su determinación se puede realizar a través de diferentes parámetros:

- Radio de curvatura, medido en metros.
- Ángulo central formado por las tangentes.
- Desarrollo de la curva.
- Longitud de las tangentes.

Con estos valores se puede trazar la curva de manera precisa, lo que contribuye a definir el trazado de la línea ferroviaria.

8.5.1.2.1. Curva Simple

Una curva simple o sencilla se caracteriza por tener un único valor de radio a lo largo de todo su desarrollo. Estas curvas son las más comunes y se utilizan ampliamente en los diseños de trazados ferroviarios debido a su simplicidad y facilidad de implementación.

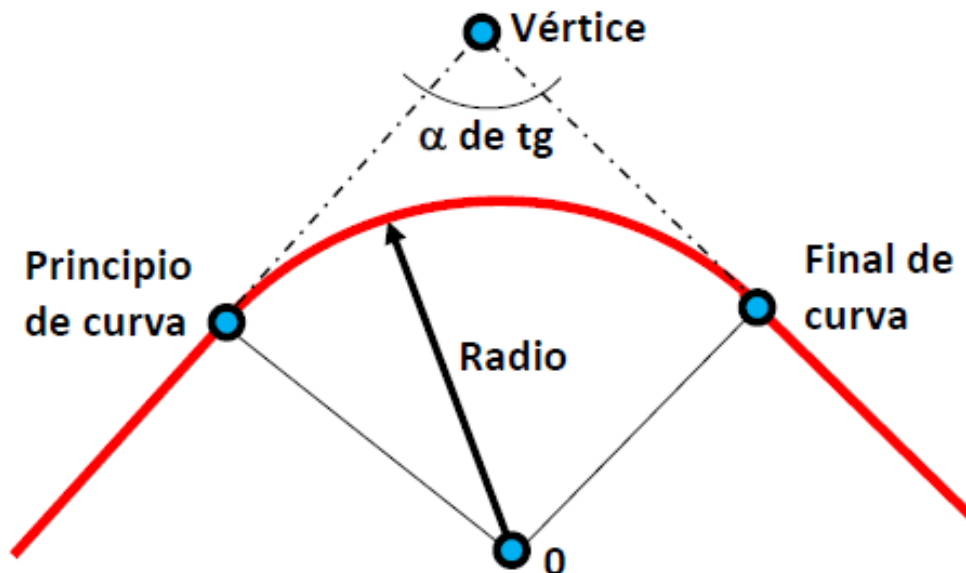


Figura 88: Curva simple.

(Fuente: Manual Integral de Vías)

8.5.1.2.2. Curva compuesta

Una curva compuesta en el mismo sentido, también conocida como curva de radio múltiple, se compone de una sucesión de curvas cuyas curvaturas son diferentes, pero del mismo signo, y comparten puntos de tangencia comunes. Este tipo de curva permite adaptar el trazado a diferentes condiciones topográficas y geográficas, permitiendo una transición suave entre distintos radios de curvatura.

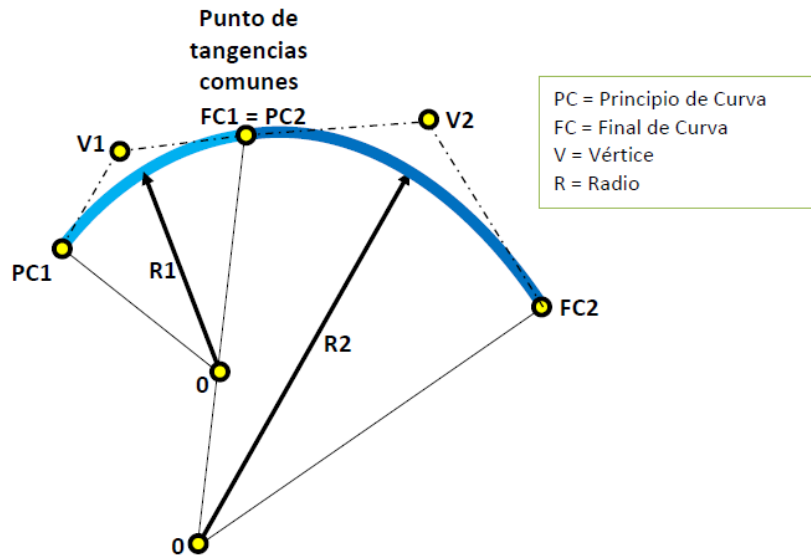


Figura 89: Curva compuesta con curva del mismo signo.

(Fuente: Manual Integral de Vías)

Una curva compuesta de sentidos contrarios está formada por dos curvas cuyas curvaturas son de sentido opuesto y comparten un punto de tangencia en común. Este tipo de curva se utiliza para permitir una transición suave entre dos tramos rectos de vía que se encuentran en sentidos opuestos. La curva compuesta de sentidos contrarios ayuda a minimizar la incomodidad para los pasajeros y reduce las fuerzas laterales sobre el material rodante al cambiar de dirección.

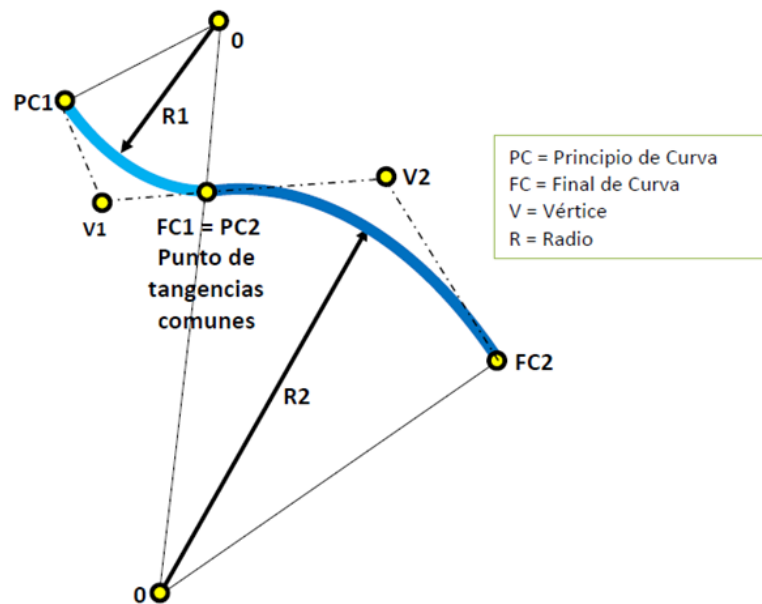


Figura 90: Curva compuesta con curva de sentido opuesto.

(Fuente: Manual Integral de Vías)

El método del diagrama de flechas es utilizado para representar gráficamente las curvas que deben ser estudiadas en un trazado ferroviario. En este método, la relación entre el diagrama de curvatura y el de las flechas se expresa mediante la fórmula:

$$f = \frac{C^2}{8 * R}$$

Donde:

- f representa la flecha en metros.
- C es la cuerda en metros.
- R es el radio en metros.

Si la cuerda C tiene un valor de 20 metros, la fórmula se simplifica a:

$$f = \frac{50}{R}$$

Esta fórmula permite calcular la flecha f en función del radio R .

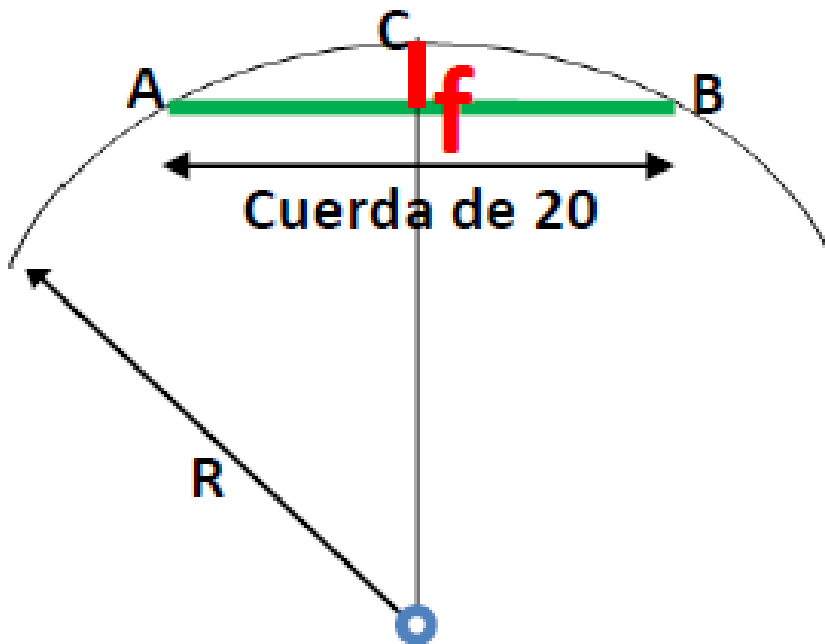


Figura 91: Método de la flecha.

(Fuente: Manual Integral de Vías)

Para graficar el diagrama de flechas, primero calculamos el valor de la flecha f para cada cuerda de 20 metros a lo largo de la curva, como se indica en la figura anterior. Luego, colocamos estos valores en el eje vertical (ordenadas) y las distancias medias obtenidas cada 10 metros en el eje horizontal (abscisas).

El proceso sería el siguiente:

- Para cada cuerda de 20 metros a lo largo de la curva, calcular el valor de la flecha f utilizando la fórmula proporcionada.
- Registrar estos valores de flecha junto con las distancias medias obtenidas cada 10 metros.
- Graficar los puntos en un sistema de coordenadas cartesianas, donde el eje horizontal (eje x) representa las distancias medias cada 10 metros y el eje vertical (eje y) representa los valores de la flecha f .
- Conectar los puntos obtenidos para visualizar la curva de flechas.

Este proceso proporcionará una representación gráfica clara de cómo varía la flecha a lo largo de la curva.

Ej.: $f = \text{cte.}$ - Curva Circular

Curva	
Longitud 100 metros	
Radio 500 metros	
Punto (m)	flecha (cm)
10	10
20	10
30	10
40	10
50	10
60	10
70	10
80	10
90	10

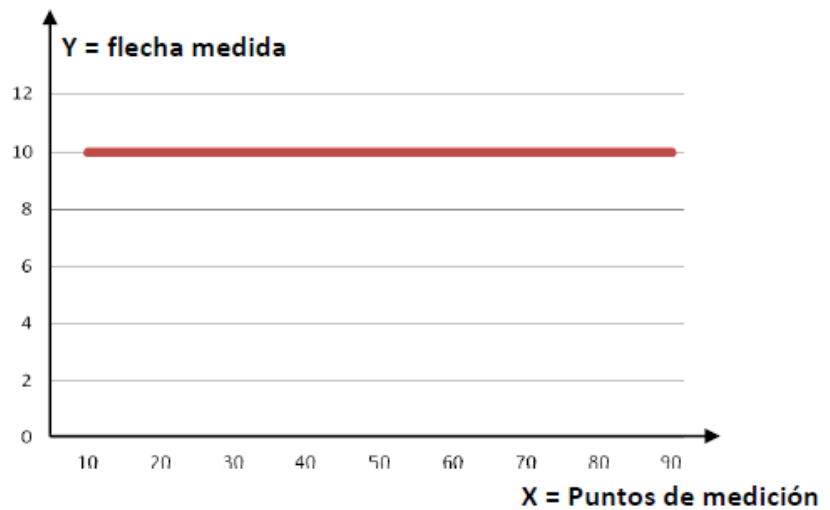


Figura 92: Método de la flecha para curva circular.

(Fuente: Manual Integral de Vías)

Ej. Sector de $f \neq \text{cte.}$ – Curva de Transición con variación desde $f = 0$ en recta hasta llegar a valor de la $f = \text{cte.}$, donde se entra en la curva circular.

Curva	
Longitud 100 metros	
Radio 500 metros	
Punto (m)	flecha (cm)
0	0
10	5
20	10
30	10
40	10
50	10
60	10
70	10
80	10
90	5
100	0

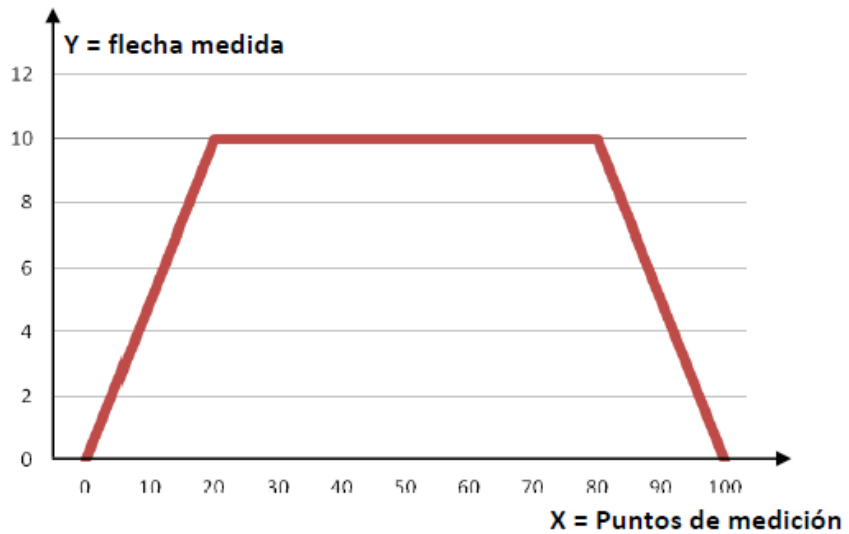


Figura 93: Método de la flecha para curva de transición.

(Fuente: Manual Integral de Vías)

8.5.2. Altimetría

El trazado ideal de un ferrocarril busca maximizar la horizontalidad en su desarrollo, sin embargo, este objetivo es prácticamente inalcanzable debido a la necesidad de adaptarse al terreno circundante. En la práctica, las alineaciones rectas con rampas y pendientes se componen de una sucesión de segmentos rectos y curvas que se ajustan a las características del terreno.

Las alineaciones rectas en alzada se caracterizan por su perfil, longitud y la inclinación de su plano tangente en cada punto. La dirección de esta inclinación depende del sentido de la circulación, siendo denominadas rampas los tramos donde se gana altura y pendientes aquellos donde se pierde altura.

Cuando se presentan desniveles en las alineaciones rectas, surgen las curvas verticales como una necesidad para enlazar rasantes con diferentes pendientes. Estas curvas verticales pueden ser convexas, cuando se enlaza una rampa con una pendiente, o cóncavas, cuando se enlazan pendientes de distintos gradientes o una pendiente con un tramo horizontal.

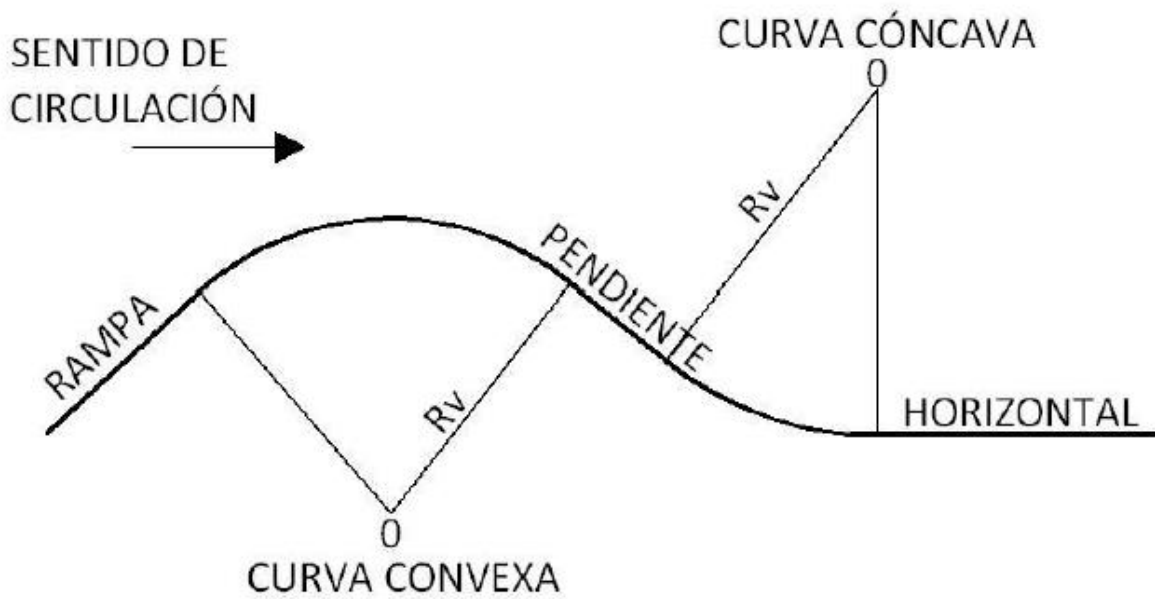


Figura 94: Alineaciones verticales.

(Fuente: Manual Integral de Vías)

8.5.3. Influencia de la función de la vía en sus características geométricas

8.5.3.1. Alineación en planta

La infraestructura ferroviaria debe ajustarse a la circulación del material rodante, utilizando el peralte más adecuado para cada curva, así como el radio y las curvas de enlace o transición necesarias, y los sobreechamientos correspondientes cuando el radio lo requiera.

8.5.3.2. Peralte

El peralte se define como la diferencia de altura entre ambos rieles de la vía en una curva. Se logra elevando gradualmente el riel exterior en comparación con el riel interior, manteniendo este último al mismo nivel que en la recta.

Las funciones principales del peralte son varias:

- Mejorar la distribución de las cargas en ambos rieles.
- Reducir el desgaste de los rieles y del material rodante.
- Compensar parcial o totalmente la fuerza centrífuga.
- Brindar comodidad a los pasajeros.

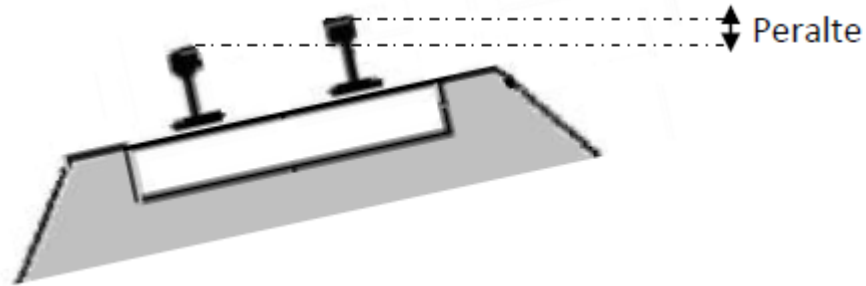


Figura 95: Esquema de peralte.

(Fuente: Manual Integral de Vías)



Figura 96: Peralte actual de la vía ubicada en la cercanía de calle Pedro Vittori.

(Fuente: Elaboración propia)

El cálculo del peralte implica considerar varios factores, especialmente al transportar trenes de pasajeros, donde es crucial para compensar la aceleración y garantizar la comodidad de los pasajeros. La Norma Técnica VO N° 3 proporciona los pasos para calcular el peralte, teniendo en cuenta los trenes rápidos y lentos, con parámetros admisibles tanto para la falta como para el exceso de peralte.

El valor práctico del peralte suele ser el 2/3 del valor teórico. Para la trocha ancha, por ejemplo, se utiliza la fórmula

$$\text{Peralte Teorico} = 13,8 * \frac{V^2}{R}$$

$$\text{Peralte Práctico} = 9,2 * \frac{V^2}{R}$$



Los valores límite del peralte en curvas circulares son 190 mm para trocha ancha, 160 mm para trocha media y 110 mm para trocha angosta, siendo estos, valores máximos absolutos a considerar.

8.5.3.3. Insuficiencia de peralte

Es cierto que, debido a la diferencia entre el peralte teórico y el peralte práctico, los trenes rápidos experimentan una insuficiencia de peralte. Esto significa que no se compensa completamente la fuerza centrífuga, sino solo una parte de ella. Esta situación resulta en una aceleración no compensada que debe considerarse especialmente al diseñar y operar trenes de pasajeros.

Los distintos reglamentos ferroviarios admiten que, en caso de existir una insuficiencia de peralte, esta no debe superar los siguientes límites:

Tabla 19: Límites de peralte.

Insuficiencia de Peralte	TROCHA		
		1676	1435
I =	150 mm	130 mm	90 mm

(Fuente: Manual Integral de Vías)

El valor límite para la insuficiencia de peralte es reducido a 115 mm para una trocha de 1.676 m, 100 mm para una trocha de 1.435 m y 65 mm para una trocha de 1.000 m cuando el estado de conservación de la vía no es satisfactorio.

$$I = Pt - P \leq 115 \text{ mm} \Rightarrow \text{Aceleración } 0,65 \text{ m/seg}^2$$

8.5.3.4. Aceleración soportada por el pasajero

Dado que existe una relación directa con la insuficiencia de peralte, dicho valor se determina mediante la fórmula:

$$Asc = 0,65 \text{ m/seg}^2$$

Por lo tanto, para la trocha ancha, esto se traduce en $I_p = 115 \text{ mm}$.

8.5.3.5. Velocidad máxima admisible en función del radio y el peralte

El peralte nunca debe superar un valor máximo, y la aceleración sin compensar debe mantenerse en los valores mencionados anteriormente. Es evidente que, para una curva de radio R , la única variable a limitar es la velocidad, determinada por la fórmula:

$$V = 4,5 \sqrt{R}$$

Este coeficiente de 4.5 se deriva de la consideración de los parámetros mencionados anteriormente, indicando que, en una curva de radio de 300 m, la velocidad máxima permitida es de 79 km/h con peralte y curva de transición. Sin embargo, cuando la curva no tiene peralte, como en el caso de los ADV (Apoyos de Vía Desmontable), se aplica un coeficiente en el rango de 1.8 a 2.2:

$$V = 2,2 \sqrt{R}$$

8.5.3.6. Curvas de transición

Es esencial mantener una transición suave en la curvatura de los rieles en el plano vertical, evitando cambios bruscos. Por esta razón, se incorporan transiciones en las curvas para lograr esta suavidad. Consisten en introducir entre la recta y la curva circular una curva cuyo radio disminuya gradualmente desde infinito en la recta hasta el valor máximo en el inicio de la curva circular. Esta transición también tiene el efecto de variar la fuerza centrífuga.

En la curva de transición, el peralte también varía en función de los diferentes radios que la curva va adoptando. Naturalmente, la longitud de esta curva de transición es crucial: cuanto más larga sea, mejor será la adaptación del material rodante y la compensación de la fuerza centrífuga.

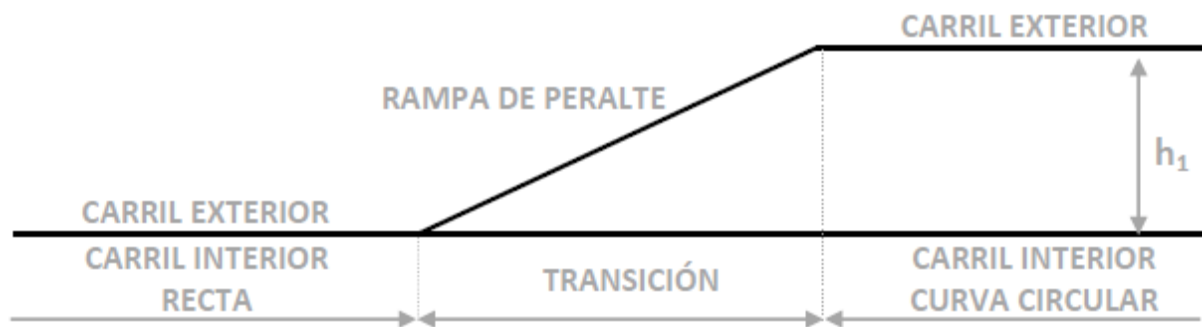


Figura 97: Rampa de peralte.

(Fuente: Manual Integral de Vías)

La rampa de peralte varía entre 1,5 mm/m y 2,5 mm/m.

Para la curva de transición, se utiliza la fórmula:

$$y = \frac{x^3}{6RL}$$

Donde:

- y es la altura de la curva de transición en metros.
- x es la distancia a lo largo de la curva de transición en metros.
- R es el radio de la curva en metros.



- L es la longitud de la transición en metros.

8.5.3.7. Sobreechancho de la trocha en vía curva

Para facilitar la circulación del material rodante en curvas de radios reducidos, se aplica un sobreechancho que debe ser adquirido gradualmente durante la curva de transición. Este sobreechancho alcanza su valor máximo en el punto de tangencia entre la curva circular y la curva de transición, aumentando a una tasa de 1 mm por metro.

Tabla 20: Norma Técnica VO N° 14 – Sobreechancho de trocha.

$R > 250 \text{ m}$ -----	$S = 0 \text{ mm}$
$250 \text{ m} \geq R > 150 \text{ m}$ -----	$S = 6 \text{ mm}$
$150 \text{ m} \geq R > 110 \text{ m}$ -----	$S = 12 \text{ mm}$
$110 \text{ m} \geq R$ -----	$S = 18 \text{ mm}$

(Fuente: Manual Integral de Vías)

8.5.3.8. Radios mínimos

Las restricciones impuestas por la distancia entre los centros de los bogíes, la base rígida y los dispositivos de enganche determinan la capacidad de inscripción de vagones, coches y locomotoras en las curvas. Como resultado, las autoridades ferroviarias establecen radios mínimos para las curvas en operación.

En Argentina, se han reglamentado los siguientes radios mínimos según el ancho de trocha:

- Trocha ancha: 220 a 250 metros.
- Trocha media: 180 metros.
- Trocha angosta: 120 a 150 metros.

8.5.4. Descripción de los parámetros geométricos que caracterizan a la vía

8.5.4.1. Descripción de las distintas tolerancias

Para garantizar el cumplimiento de los valores mencionados, se establecen tolerancias o rangos de valores dentro de los cuales cada parámetro debe mantenerse para considerar que la vía está en condiciones aceptables, según su clase o clasificación.

Podemos distinguir varios tipos de tolerancias:

- Tolerancias de construcción o de vía nueva: Estas son las más exigentes, ya que se aplican a materiales nuevos y trabajos realizados de acuerdo con las especificaciones técnicas.



- Tolerancias de vías en servicio o de buena rodadura: Estas tolerancias permiten cierta variación en los parámetros geométricos de la vía durante la operación, dentro de límites aceptables para garantizar un confort adecuado de la marcha.
- Tolerancias que limitan la velocidad: Establecen los límites de variación en los cuales se presentan condiciones peligrosas o poco seguras para la circulación de trenes a una determinada velocidad. Estas tolerancias dependen no solo de la vía, sino también del tipo de material rodante y su estado de conservación.
- Tolerancias de conservación: Se aplican en el control de calidad de los trabajos de mantenimiento de la vía, y dependen tanto de la vía como de los equipos utilizados.
- Tolerancias de seguridad (alerta roja): Cuando se superan estas tolerancias, se requiere una intervención inmediata para restablecer las características geométricas de la vía en ese sector y garantizar la seguridad.

Estos parámetros pueden medirse manualmente con herramientas como reglas de trocha y peraltes, o con equipos especializados de control geométrico que pueden realizar mediciones bajo carga, como las dresinas de control, o sin carga, como los carritos tipo Diamont.

Las tolerancias básicas más comunes son las de construcción (o de obra nueva), mantenimiento y seguridad.

8.6. Creación de un sistema de transporte multimodal

Con la implementación de este proyecto se busca la creación de un sistema de transporte público multimodal, coordinado y eficiente, con el objetivo de generar bienestar y accesibilidad a los futuros usuarios del mismo. Este informe detalla las fases del proyecto y los beneficios esperados.

Este proyecto se llevará a cabo realizando diferentes cambios en la infraestructura y se invita a pensar en una re-organización del transporte de la ciudad. Como primera instancia, se generará un sistema de intercambio entre los distintos medios de transporte, creando así el mencionado transporte multimodal. El objetivo principal es reducir los gastos operativos y optimizar los tiempos de viaje para brindar mayor confort al usuario.

La ciudad de Santa Fe, se encuentra atravesada por diferentes líneas de colectivos, algunas de las cuales intersecan las estaciones de transferencia planteadas. Si bien escapa al presente proyecto, se mencionan posibles modificaciones en algunos recorridos del transporte público para que los usuarios recorran las menores distancias posibles. Estas distancias se determinaron con un máximo de 200 metros, a la vez que se buscó que el trayecto se realice por una zona segura y bien iluminada. Este enfoque no solo mejora la accesibilidad, sino que también aumenta la seguridad y la comodidad de los pasajeros.

A continuación, se presentan los recorridos originales y las posibles modificaciones.

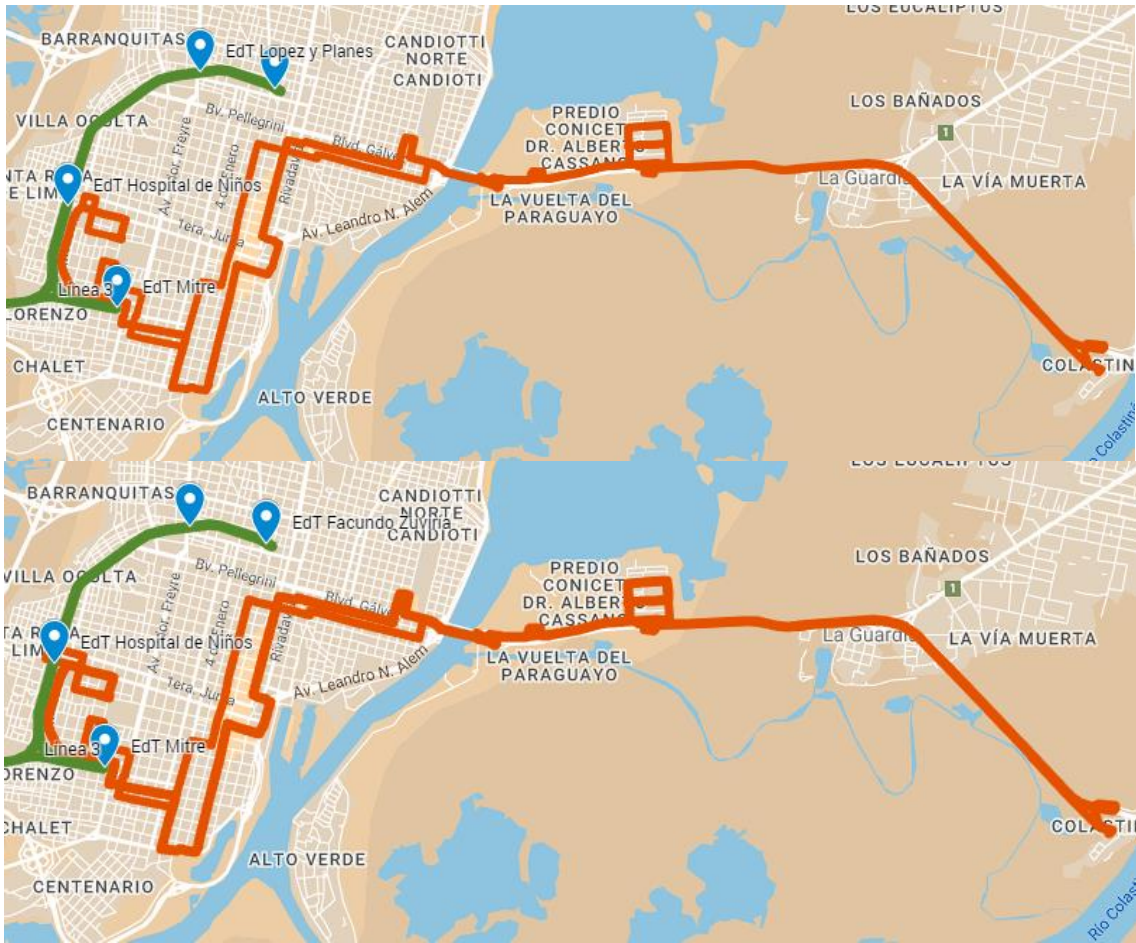


Figura 98: Recorrido original (arriba) y propuesto (abajo) Linea 2 Colastiné Sur.

(Fuente: Elaboración propia)

Se propone modificar el recorrido en la zona oeste de la ciudad, para que el mismo pase cerca de la estación de transferencia propuesta ubicada en la cercanía del Hospital Orlando Alassia. El recorrido pasa de tener una longitud total de ida y vuelta de 42,8 Km a 43,3 Km.

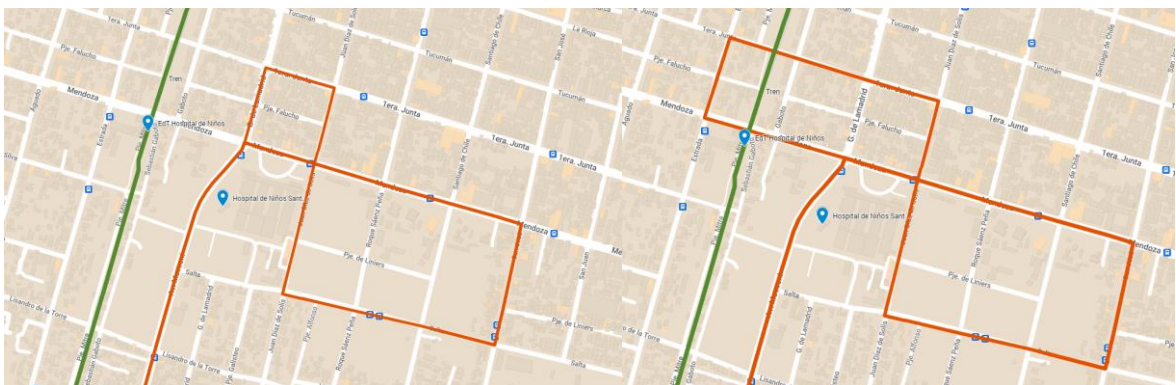


Figura 99: Recorrido original (izquierda) y propuesto (derecha) Linea 2 Colastiné Sur.

(Fuente: Elaboración propia)

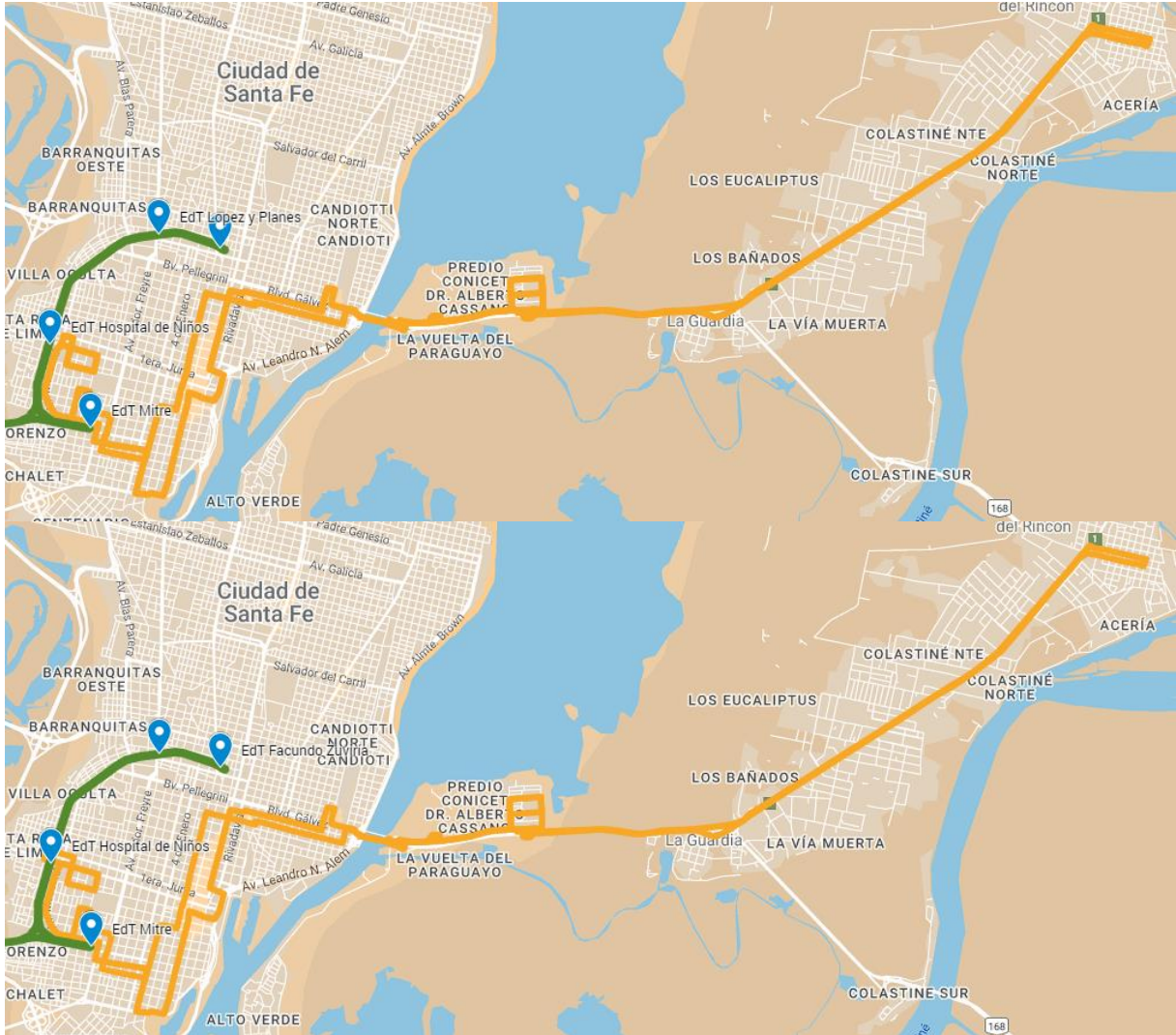


Figura 100: Recorrido original (arriba) y propuesto (abajo) Línea 2 Rincón.

(Fuente: Elaboración propia)

Se propone modificar el recorrido en la zona oeste de la ciudad, para que el mismo pase cerca de la estación de transferencia propuesta ubicada en la cercanía del Hospital Orlando Alassia. El recorrido pasa de tener una longitud total de ida y vuelta de 50,6 Km a 51,1 Km.

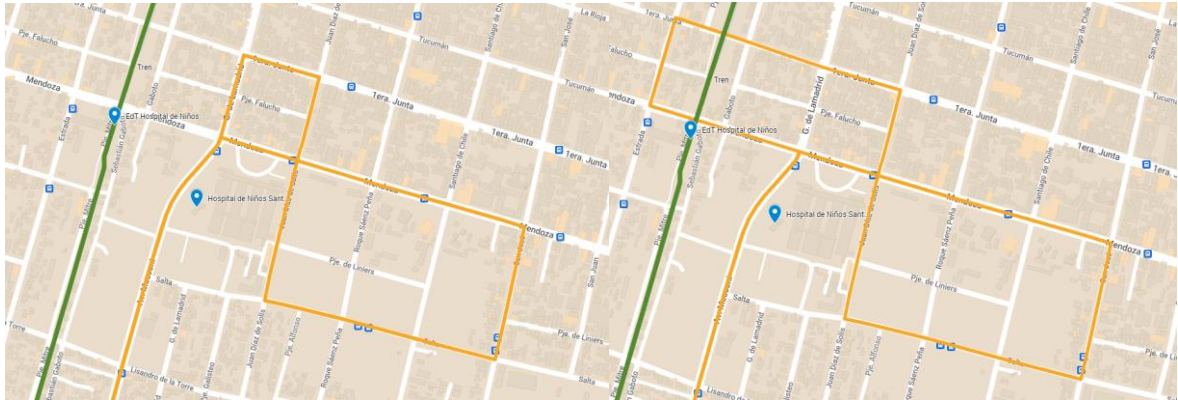


Figura 101: Recorrido original (izquierda) y propuesto (derecha) Linea 2 Rincón.

(Fuente: Elaboración propia)

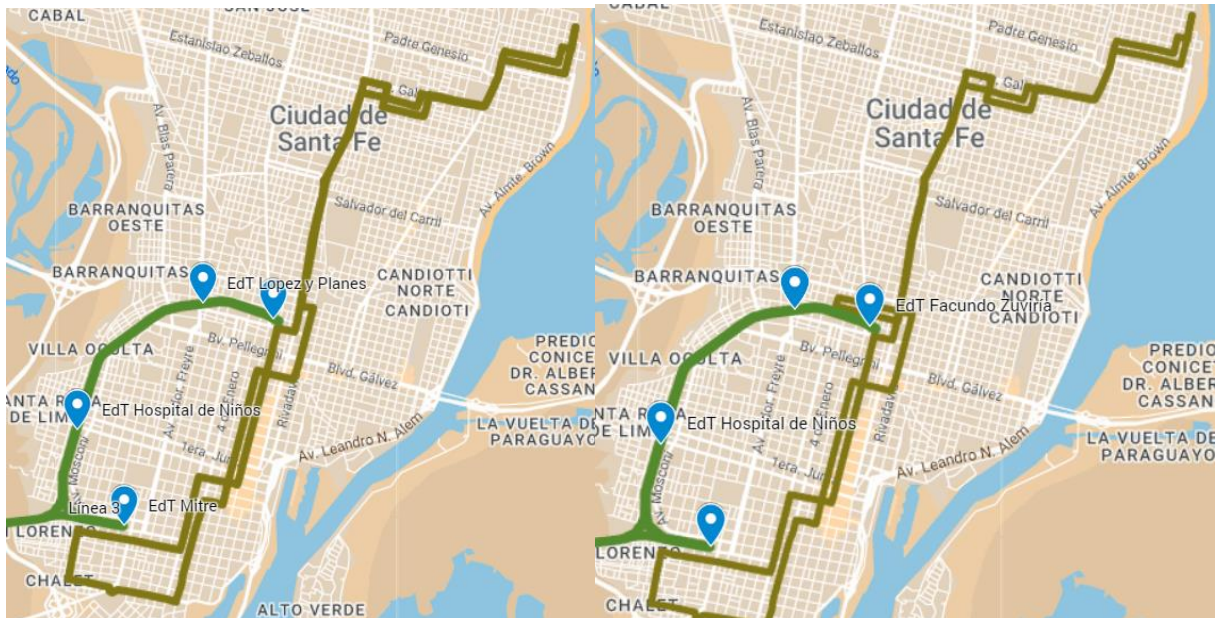


Figura 102: Recorrido original (izquierda) y propuesto (derecha) Linea 4.

(Fuente: Elaboración propia)

Se propone modificar el recorrido en la zona cercana a Bv. Galvez, para que el mismo pase cerca de la estación de transferencia propuesta ubicada en la cercanía de la facultad de derecho. El recorrido pasa de tener una longitud total de ida y vuelta de 25,3 Km a 27 Km.

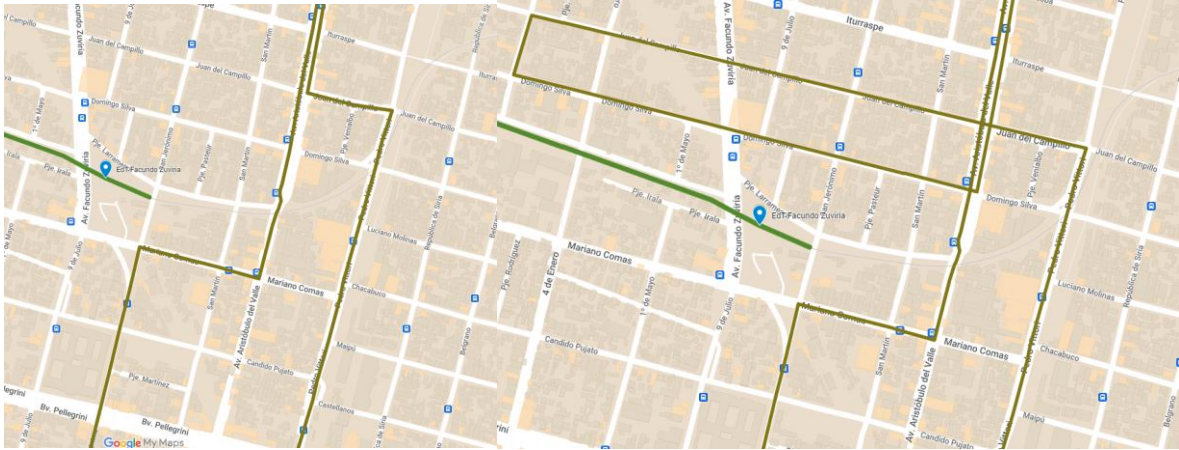


Figura 103: Recorrido original (izquierda) y propuesto (derecha) Línea 4.

(Fuente: Elaboración propia)

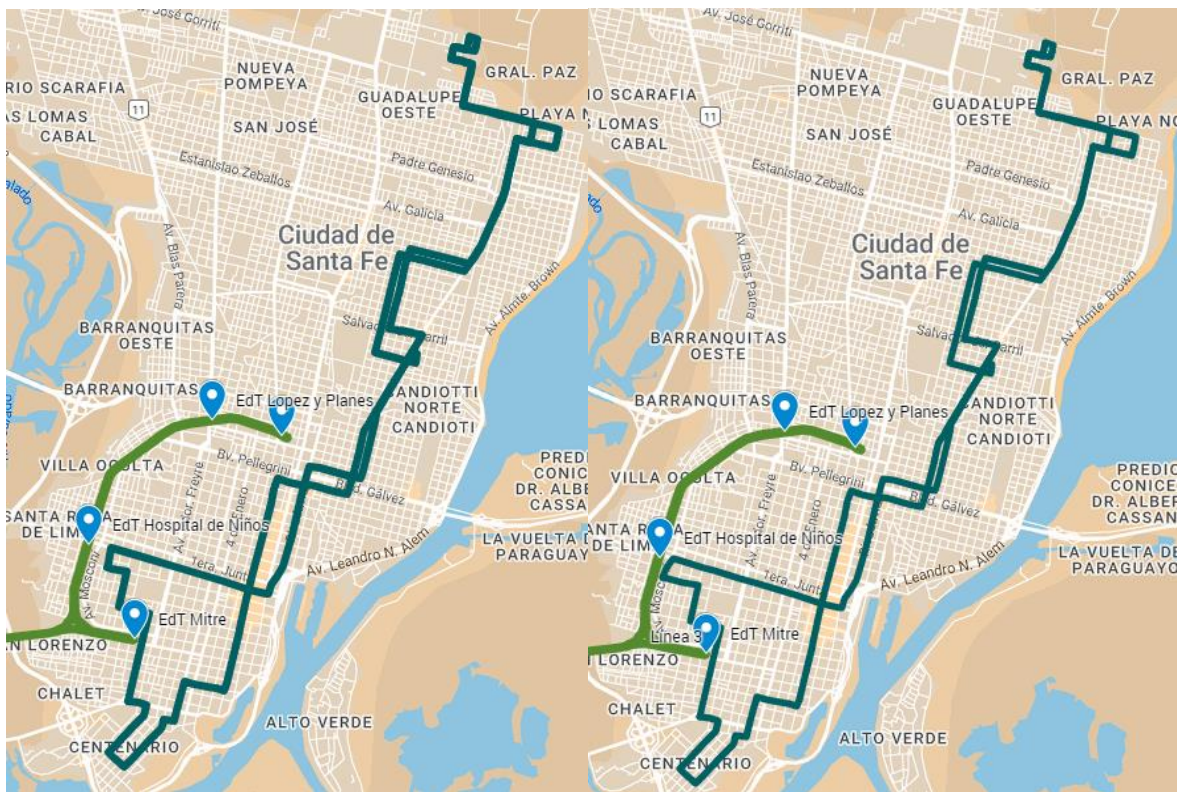


Figura 104: Recorrido original (izquierda) y propuesto (derecha) Línea 8.

(Fuente: Elaboración propia)

Se propone modificar el recorrido en la zona oeste de la ciudad, para que el mismo pase cerca de la estación de transferencia propuesta ubicada en la cercanía del Hospital Orlando Alassia. El recorrido pasa de tener una longitud total de ida y vuelta de 32 Km a 32,4 Km.

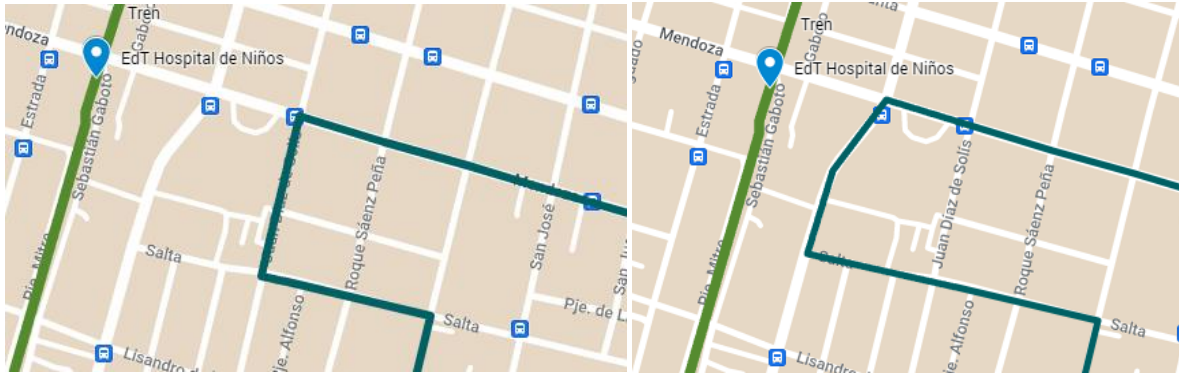


Figura 105: Recorrido original (izquierda) y propuesto (derecha) Línea 8.

(Fuente: Elaboración propia)

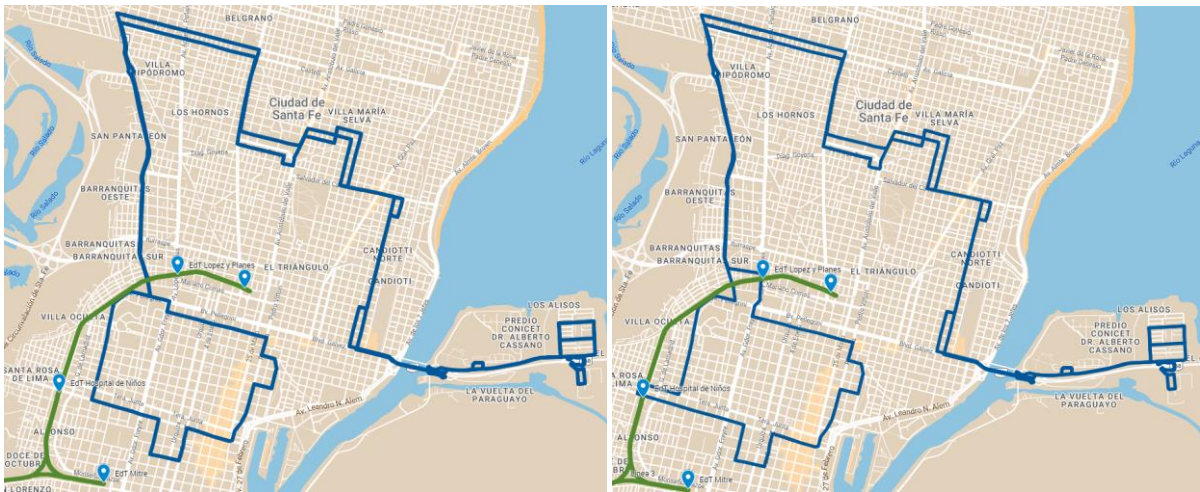


Figura 106: Recorrido original (izquierda) y propuesto (derecha) Línea 9.

(Fuente: Elaboración propia)

Se propone realizar dos modificaciones del recorrido, una en la zona oeste de la ciudad, para que el mismo pase cerca de la estación de transferencia propuesta ubicada en la cercanía del Hospital Orlando Alassia. Y la otra en la zona de la cancha del Club Unión para que el mismo pase cerca de la estación de transferencia propuesta ubicada en la cercanía del mismo. El recorrido pasa de tener una longitud total de ida y vuelta de 44,5 Km a 45,7 Km.

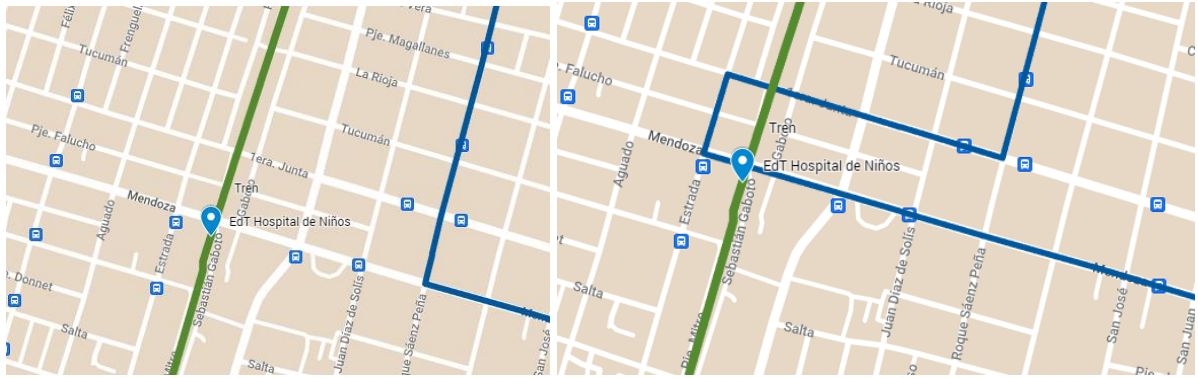


Figura 107: Recorrido original (izquierda) y propuesto (derecha) Línea 9, cercanía del Hospital Alassia.

(Fuente: Elaboración propia)

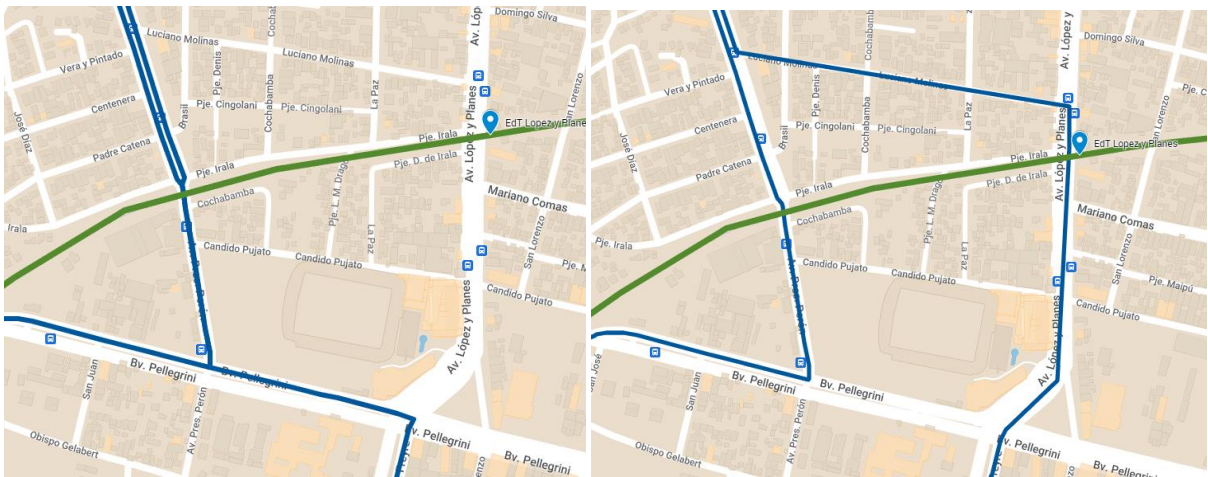


Figura 108: Recorrido original (izquierda) y propuesto (derecha) Línea 9, cercanía de la Cancha de Unión.

(Fuente: Elaboración propia)

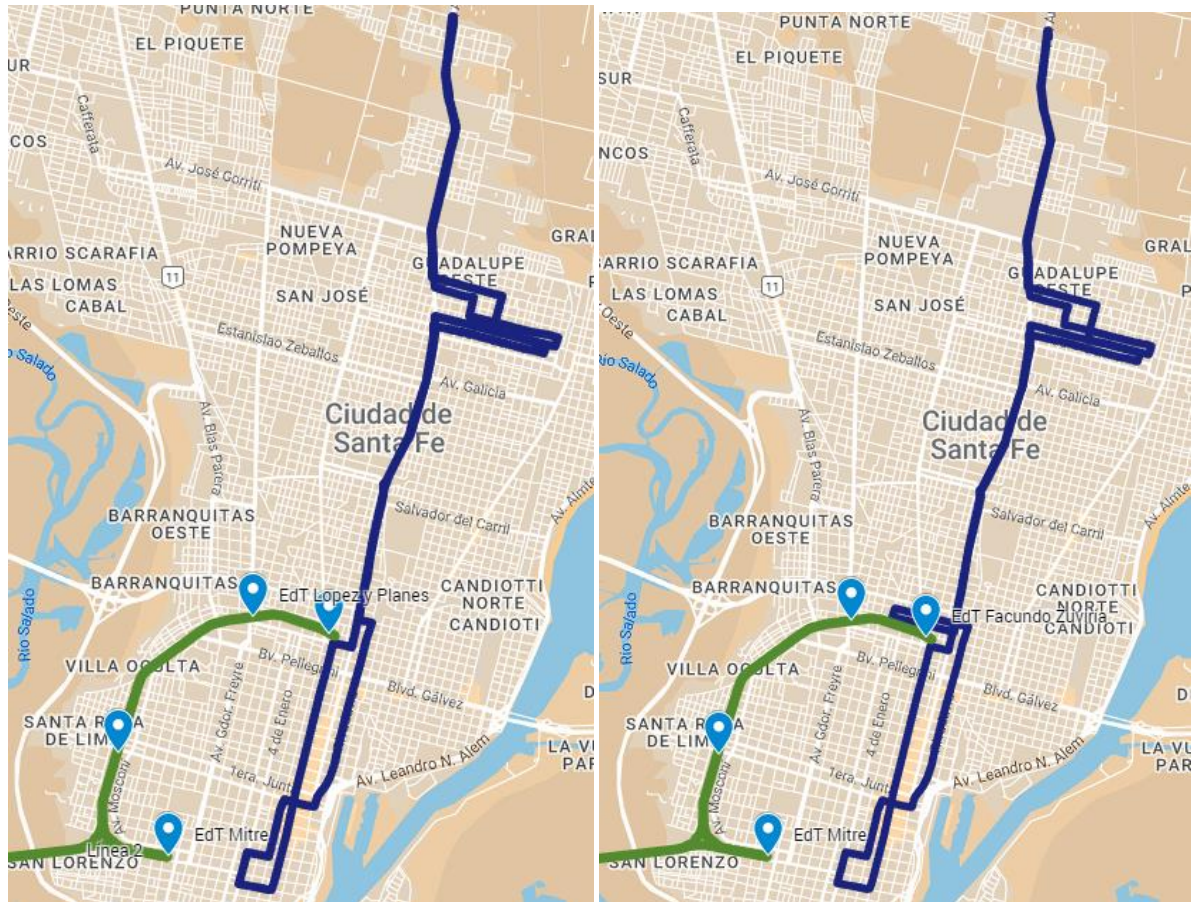


Figura 109: Recorrido original (izquierda) y propuesto (derecha) Linea 10.

(Fuente: Elaboración propia)

Se propone modificar el recorrido en la zona cercana a Bv. Galvez, para que el mismo pase cerca de la estación de transferencia propuesta ubicada en la cercanía de la facultad de derecho. El recorrido pasa de tener una longitud total de ida y vuelta de 27,5 Km a 29,1 Km.

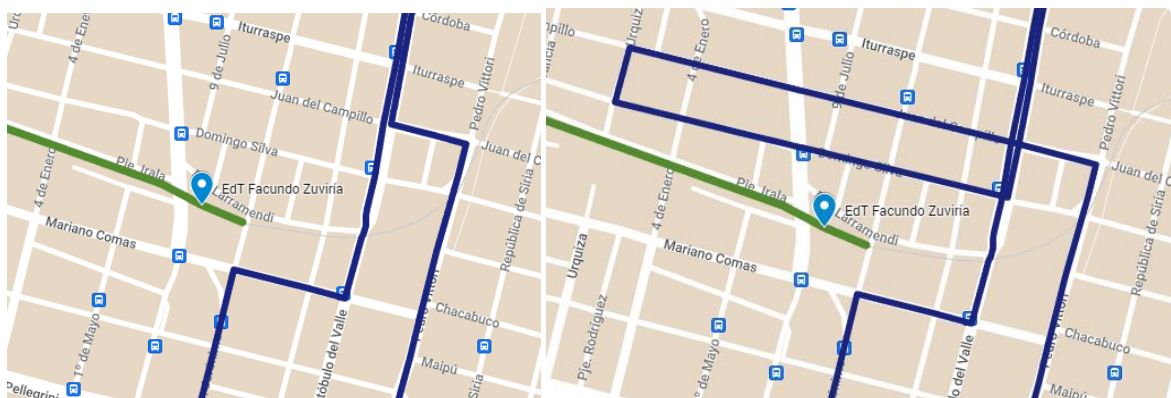


Figura 110: Recorrido original (izquierda) y propuesto (derecha) Linea 10.

(Fuente: Elaboración propia)

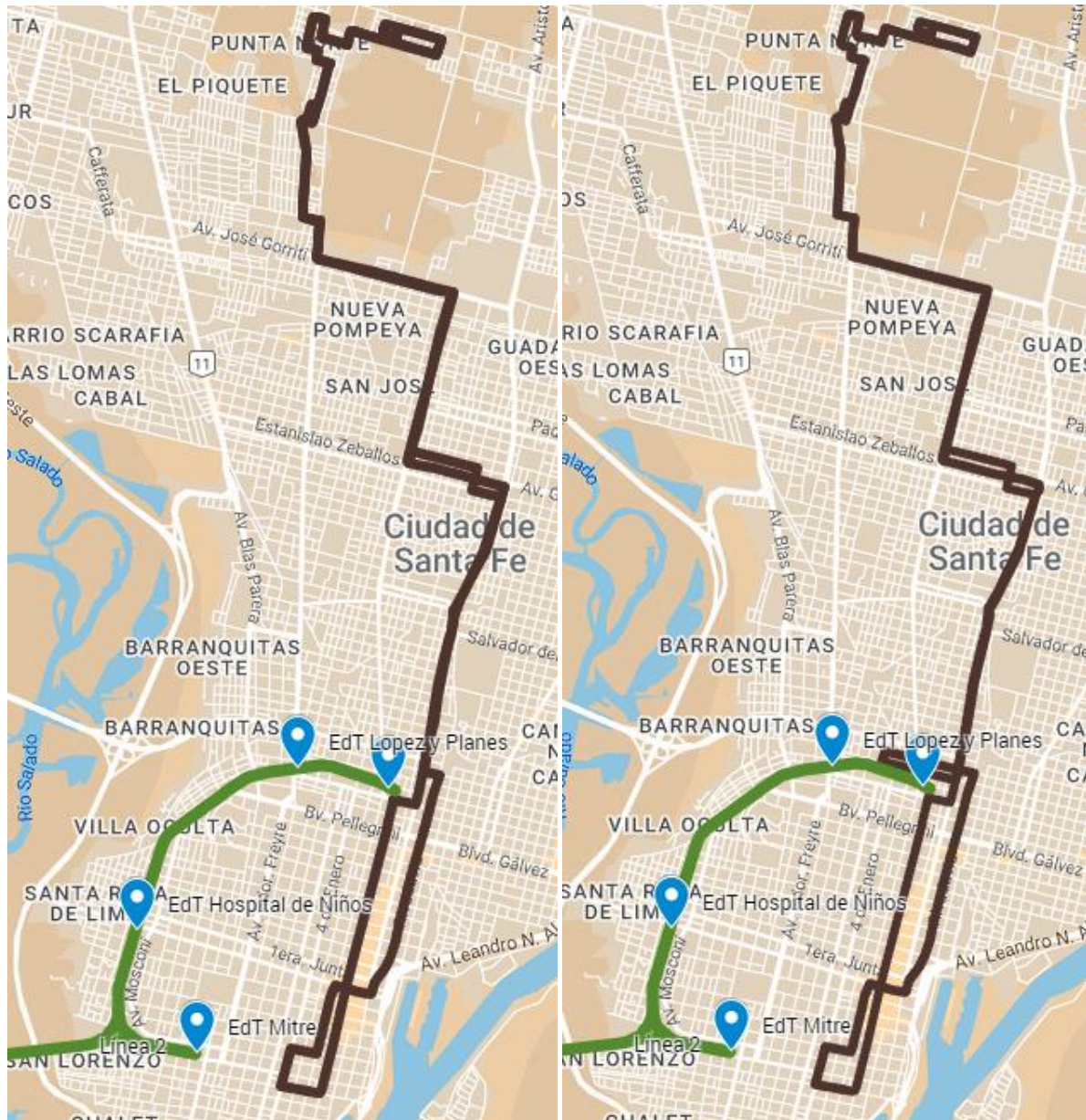


Figura 111: Recorrido original (izquierda) y propuesto (derecha) Linea 11.

(Fuente: Elaboración propia)

Se propone modificar el recorrido en la zona cercana a Bv. Galvez, para que el mismo pase cerca de la estación de transferencia propuesta ubicada en la cercanía de la facultad de derecho. El recorrido pasa de tener una longitud total de ida y vuelta de 31,8 Km a 33,4 Km.



Figura 112: Recorrido original (izquierda) y propuesto (derecha) Linea 11.

(Fuente: Elaboración propia)

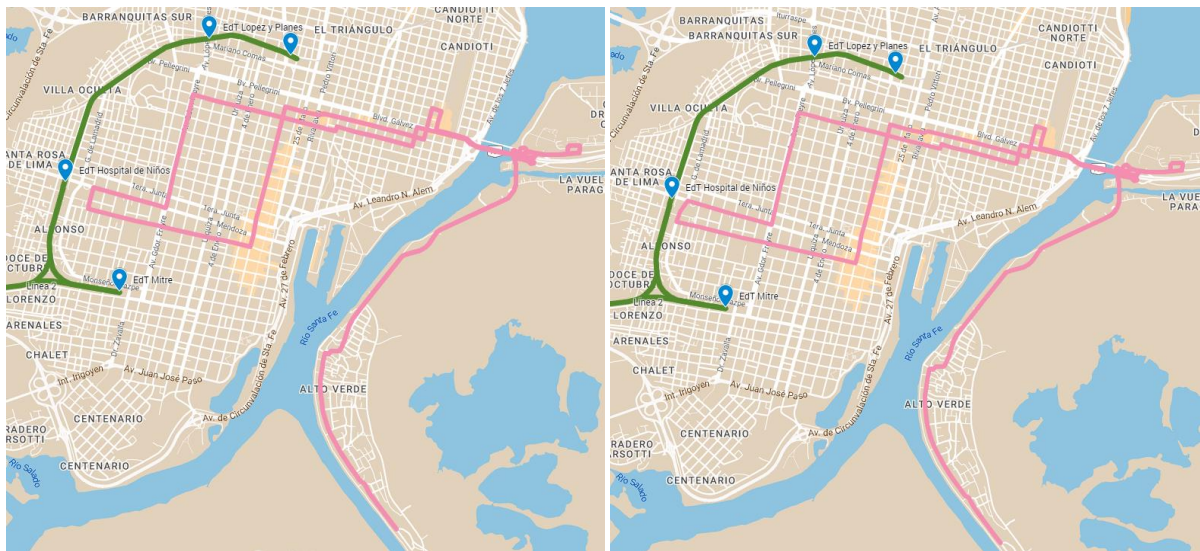


Figura 113: Recorrido original (izquierda) y propuesto (derecha) Linea 13.

(Fuente: Elaboración propia)

Se propone modificar el recorrido en la zona oeste de la ciudad, para que el mismo pase cerca de la estación de transferencia propuesta ubicada en la cercanía del Hospital Orlando Alassia. El recorrido pasa de tener una longitud total de ida y vuelta de 27,1 Km a 27,4 Km.

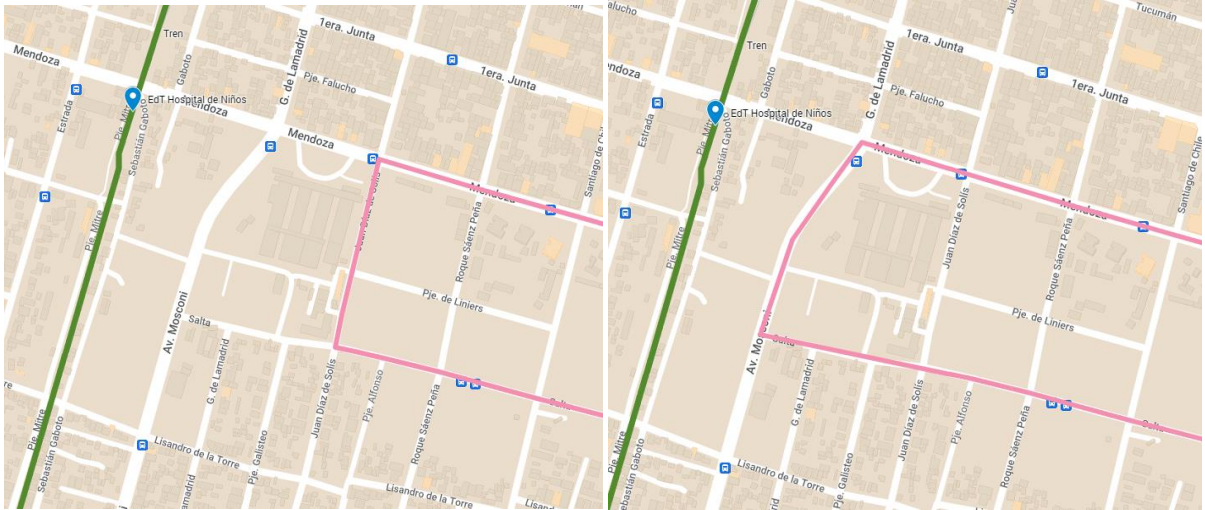


Figura 114: Recorrido original (izquierda) y propuesto (derecha) Línea 13.

(Fuente: Elaboración propia)

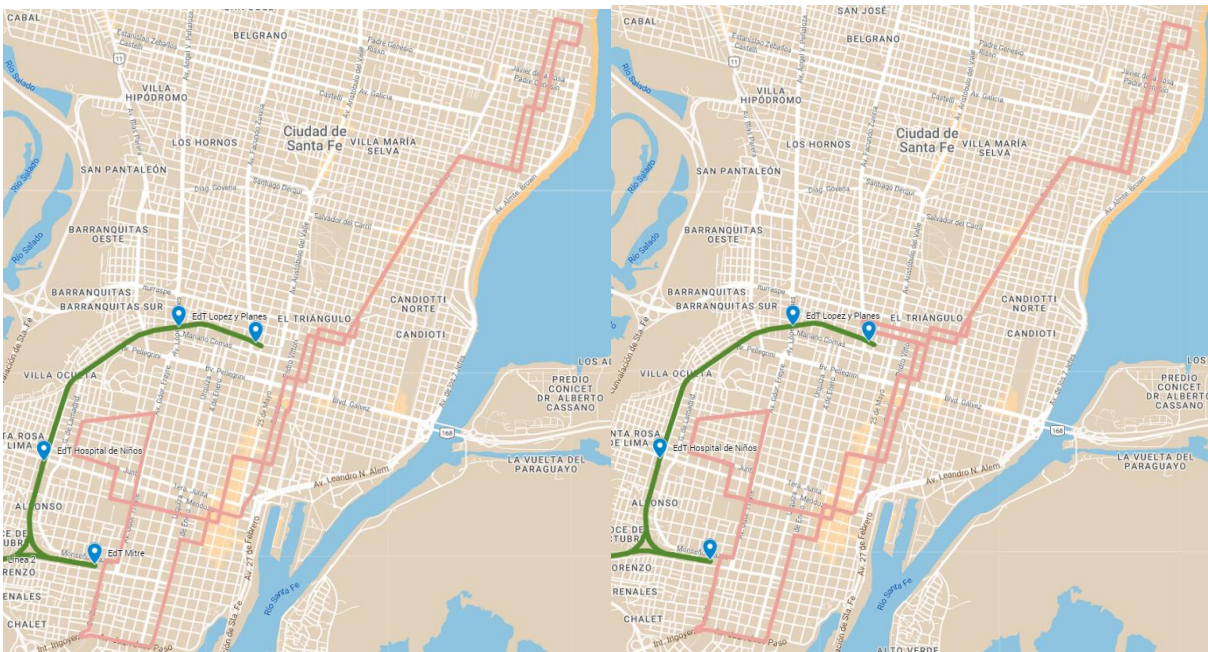


Figura 115: Recorrido original (izquierda) y propuesto (derecha) Línea 14.

(Fuente: Elaboración propia)

Se propone modificar el recorrido en la zona cercana a Bv. Galvez, para que el mismo pase cerca de la estación de transferencia propuesta ubicada en la cercanía de la facultad de derecho. El recorrido pasa de tener una longitud total de ida y vuelta de 26 Km a 27,7 Km.

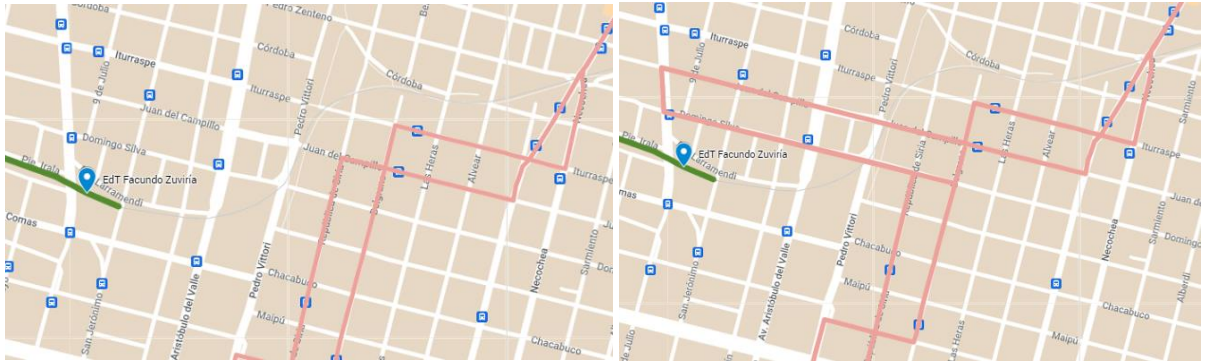


Figura 116: Recorrido original (izquierda) y propuesto (derecha) Línea 14.

(Fuente: Elaboración propia)

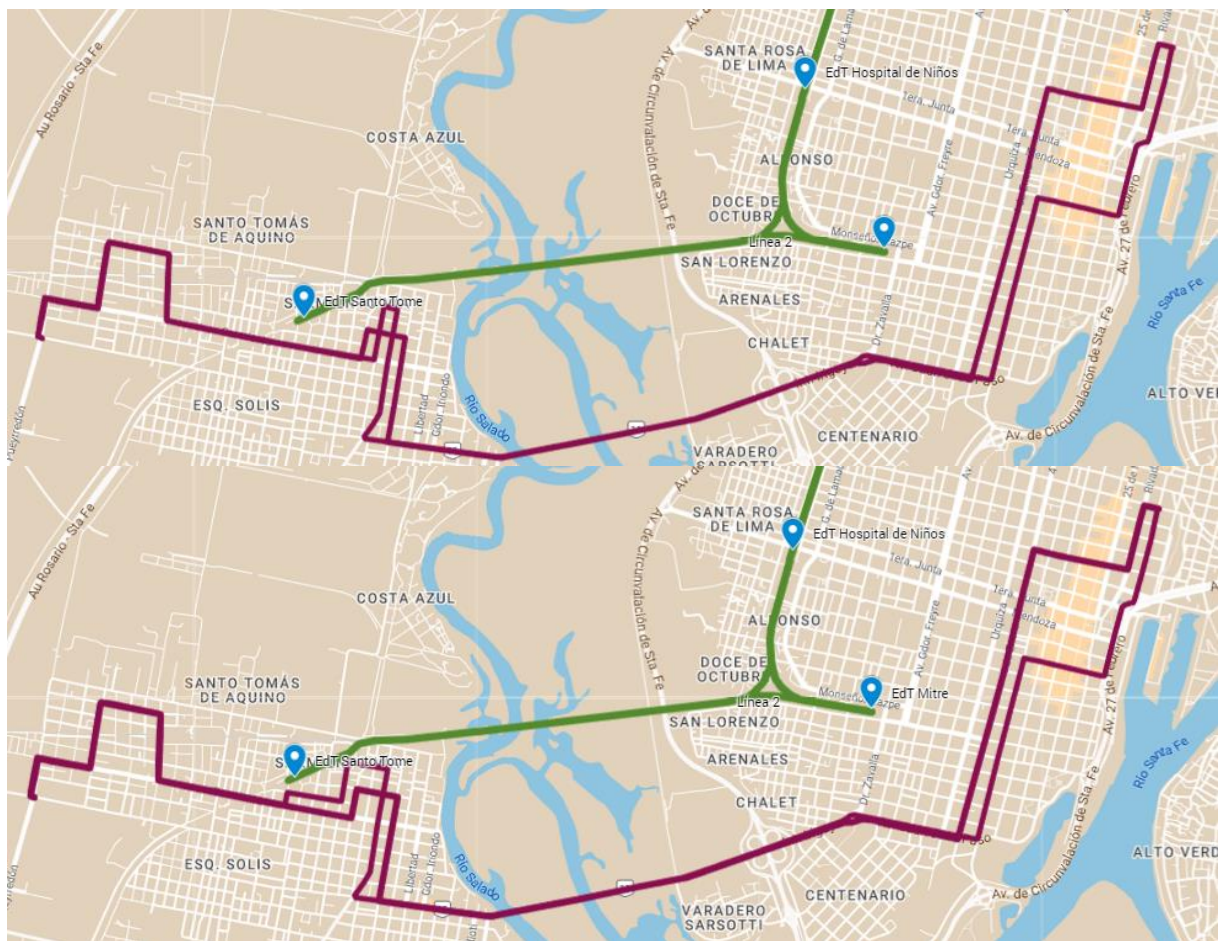


Figura 117: Recorrido original (arriba) y propuesto (abajo) Línea C Azul Cementerio.

(Fuente: Elaboración propia)

Se propone modificar el recorrido en la zona cercana a norte de Santo Tome, para que el mismo pase cerca de la estación de transferencia propuesta ubicada en la cercanía del acceso norte. Este recorrido no sufre modificación en su longitud, la cual es de 26 Km ida y vuelta.



Figura 118: Recorrido original (izquierda) y propuesto (derecha) Línea C Azul Cementerio.

(Fuente: Elaboración propia)

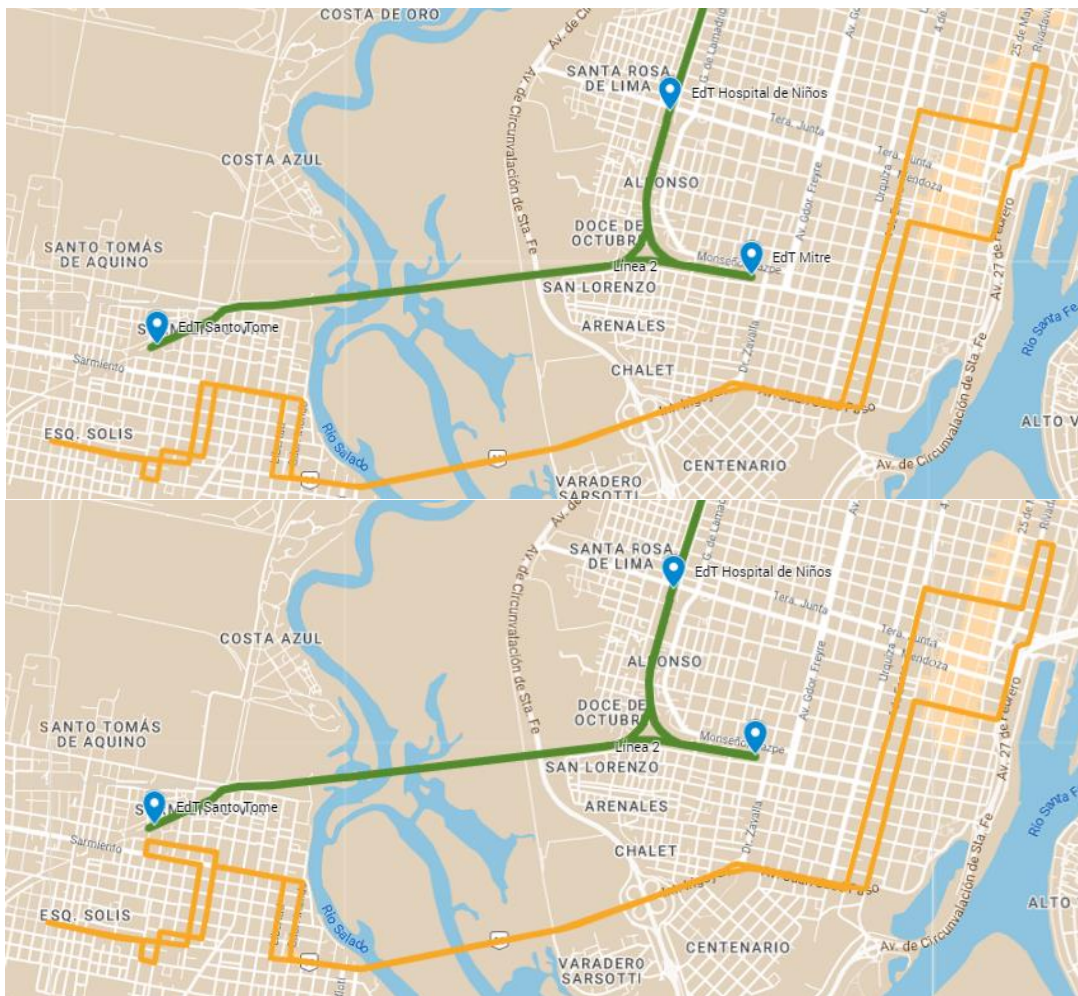


Figura 119: Recorrido original (arriba) y propuesto (abajo) Línea C Azul Tanque.

(Fuente: Elaboración propia)

Se propone modificar el recorrido en la zona cercana a norte de Santo Tomé, para que el mismo pase cerca de la estación de transferencia propuesta ubicada en la cercanía del acceso norte. El recorrido pasa de tener una longitud total de ida y vuelta de 21,1 Km a 22,1 Km.

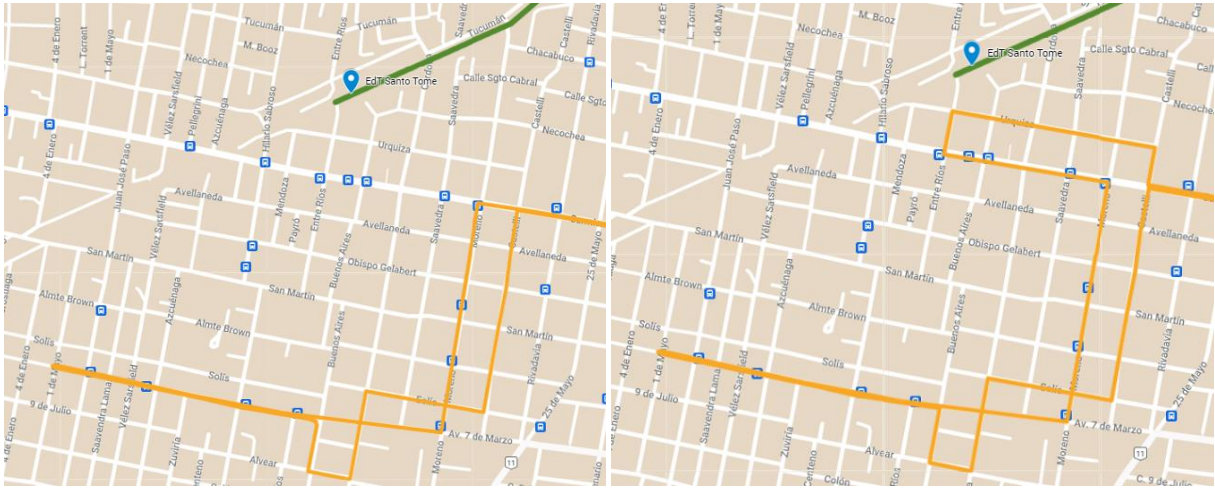


Figura 120: Recorrido original (izquierda) y propuesto (derecha) Línea C Azul Tanque.

(Fuente: Elaboración propia)

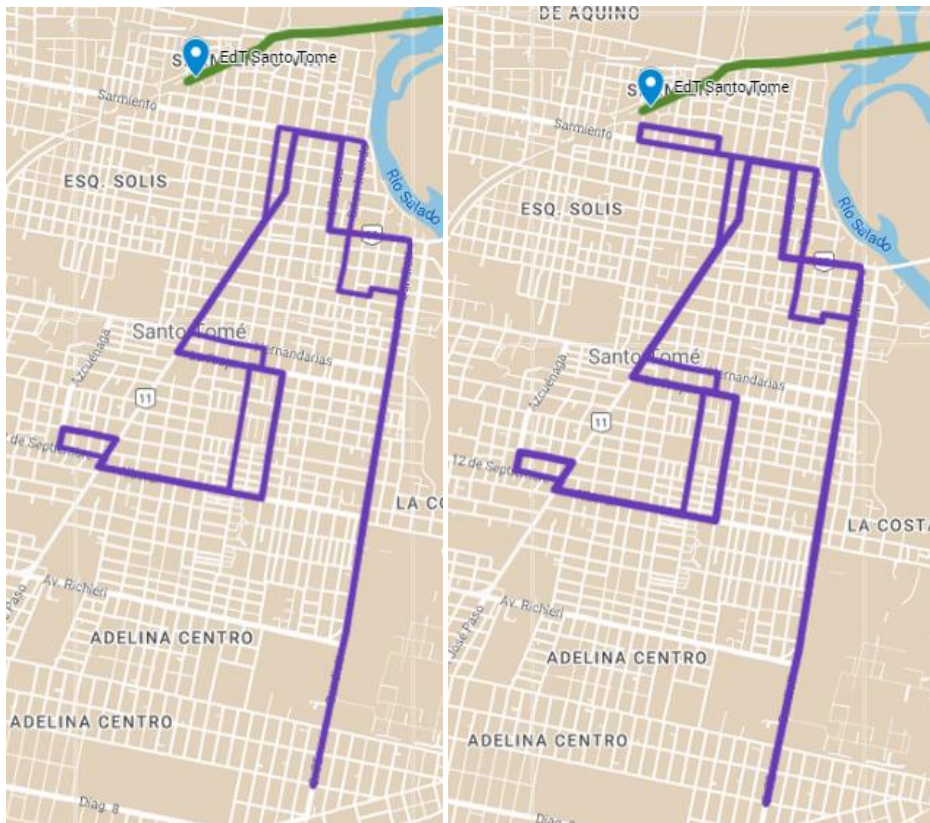


Figura 121: Recorrido original (izquierda) y propuesto (derecha) Línea C Roja.

(Fuente: Elaboración propia)

Se propone modificar el recorrido en la zona cercana a norte de Santo Tome, para que el mismo pase cerca de la estación de transferencia propuesta ubicada en la cercanía del acceso norte. El recorrido pasa de tener una longitud total de ida y vuelta de 18,5 Km a 21,5 Km.

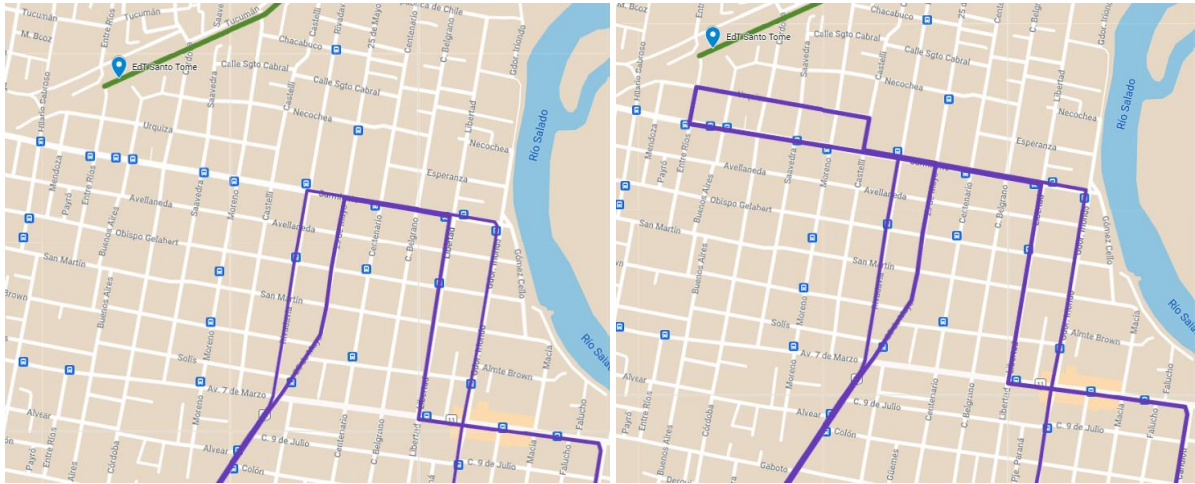


Figura 122: Recorrido original (izquierda) y propuesto (derecha) Línea C Roja.

(Fuente: Elaboración propia)

Pensando al transporte de manera multimodal en la región, se debe considerar el proyecto del tren Santa Fe-Laguna Paiva, el cual sigue en marcha y de concretarse podría conectarse fácilmente con este nuevo medio de transporte. La traza Santa Fe-Laguna Paiva posee una estación en la intersección de Vélez Sarsfield y Llerena, lo que invita a pensar en la posibilidad futura de extender el recorrido del tren Santo Tomé-Santa Fe hasta dicha estación.

También es importante tener en cuenta que, de extenderse el recorrido, podría pensarse en la interconexión con los colectivos interurbanos que comunican las ciudades vecinas de Santa Fe y Paraná. Si bien esto último escapa al proyecto es una muestra de la potencialidad del mismo.

8.7. Estaciones de transferencia

Aquí se presentará el modelo de las estaciones de transferencia, las cuales están diseñadas no solo para facilitar el cambio entre distintos medios de transporte, sino también para crear zonas de interés que aporten valor al área de su emplazamiento. Comenzaremos con detallar las ubicaciones finales de las estaciones de transferencia y el recorrido definitivo del sistema de transporte multimodal.

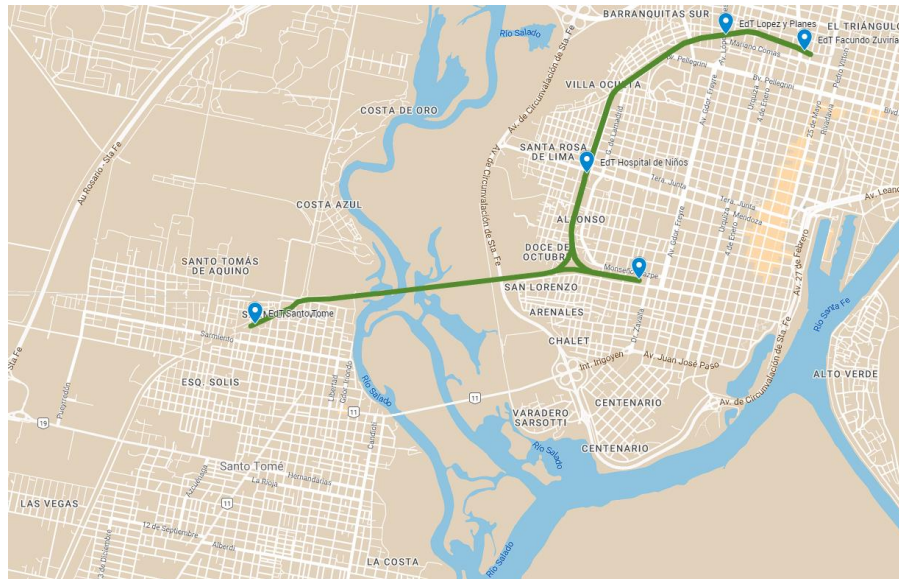


Figura 123: Recorrido y estaciones de transferencia.

(Fuente: Elaboración propia)

Las estaciones de transferencia propuestas en esta primera etapa serán 5:

- EdT Santo Tomé: ubicada en el norte de la ciudad en la cercanía del acceso norte se encontrará en uno de los extremos del recorrido del lado de la ciudad de Santo Tomé. Ya que se cuenta con el espacio suficiente en este extremo del recorrido, se buscará realizar la estación con doble andén para así facilitar el movimiento de ambas duplas por el recorrido a fin de optimizar mejor los tiempos. Además, se planificará un taller para poder realizar reparaciones de ser necesarias y a la vez proveer un espacio de guardado para el material rodante.
- EdT Mitre: ubicada en la ex estación Mitre en el sur de la ciudad, donde se busca que esta sea un punto medio entre la unión de nuestras ciudades, con el fin de generar un bypass de ser necesario.
- EdT Hospital de Niños: como su nombre lo indica, se encontrará ubicada cercana al Hospital Dr. Orlando Alassia.
- EdT López y Planes: ubicada en la intersección del existente recorrido del Belgrano cargas y la Av. López y Planes, cercana a la cancha de Unión.
- EdT Facundo Zuviria: ubicada en el otro extremo del recorrido del lado de nuestra ciudad en la cercanía de la Facultad de Derecho. Al igual manera que en el extremo del lado de Santo Tomé, aquí también se creará una estación con andén doble, con la salvedad que, al tener un espacio un poco más limitado, no se optará por la implementación del taller.

En el diseño de las mismas además de contar con el andén para la subida y bajada de pasajeros, se planifico equiparlas con una serie de servicios adicionales diseñados para mejorar la experiencia del usuario y fomentar la integración del transporte público con otras formas de movilidad. Estas instalaciones incluyen baños públicos, un puesto sanitario, un puesto policial, una estación de recarga de la tarjeta SUBE, una estación de bicicletas públicas y un estacionamiento para bicicletas particulares,



este está pensado para que los usuarios puedan llegar por sus propios medios, dejar sus bicicletas en un lugar seguro y luego subirse al tren. Al proporcionar estos servicios, se busca agregar un gran valor a las zonas de emplazamiento, contribuyendo así a la revalorización de ciertas áreas de la ciudad.

Para la ejecución del proyecto, se han elegido distintos sistemas de construcción con el fin de optimizar el proceso de puesta en marcha. La plataforma se realizará en hormigón in situ, garantizando así su durabilidad y resistencia al desgaste propio del uso continuo. Para los sectores de servicios mencionados, se ha optado por un sistema de construcción en seco con paneles premoldeados, lo que permitirá agilizar las tareas de instalación y garantizar que estos elementos estén listos para colocar cuando la plataforma esté terminada. La cubierta del andén será de chapa ondulada, aportando rigidez a la estructura curvada y sostenida por una estructura metálica. Por último, el estacionamiento para bicicletas particulares se construirá completamente con estructura metálica y cubierta de chapa, asegurando así su durabilidad y funcionalidad.

El recorrido total del proyecto cuenta con una longitud aproximada de 9,50 km. En cuanto al perfil transversal, este se ha diseñado para maximizar la eficiencia y seguridad del tránsito de trenes, y para brindar mayor confort a los pasajeros. En el perfil transversal ya explicado anteriormente se incluyen detalles sobre distintos factores a tener en cuenta, la disposición de las vías, y las medidas de seguridad implementadas para proteger a los usuarios. Además, se han considerado elementos de accesibilidad universal para asegurar que todas las personas, independientemente de sus capacidades, puedan utilizar las estaciones de manera cómoda y segura.

En resumen, las estaciones de transferencia no solo están diseñadas para ser eficientes y cómodas, sino que también buscan desempeñar un papel clave en el desarrollo urbano y social de la zona. A través de una planificación cuidadosa y la integración de servicios adicionales, estas estaciones pueden mejorar significativamente la calidad de vida de las comunidades, promoviendo la interacción social, el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental.

A continuación, se presentan los planos del diseño final de las estaciones:

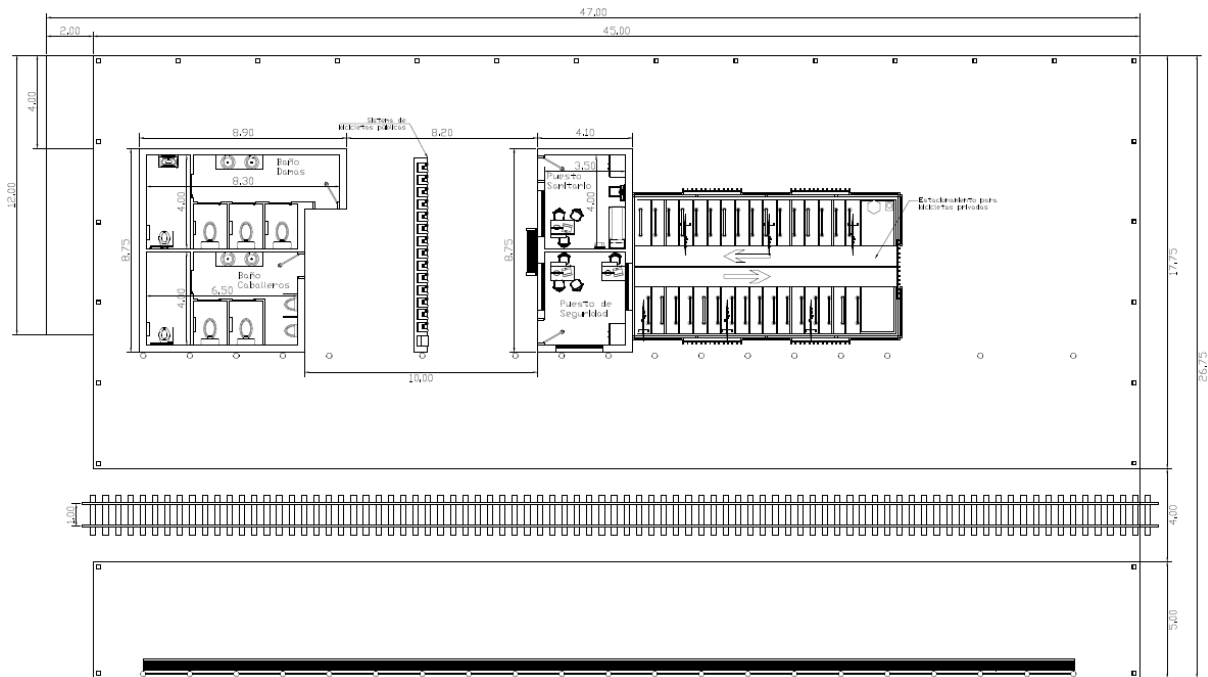


Figura 124: Plano de planta de las estaciones.

(Fuente: Elaboración propia)

Se pretende en un futuro, si el proyecto tiene el éxito esperado, ampliar el recorrido, para que el mismo llegue hasta la estación Belgrano, para así poder captar los usuarios que viajan a otras localidades, como ser Paraná, Laguna Paiva, Alto Verde, etc., para así incentivar aún más la creación del área metropolitana del Gran Santa Fe.

Los planos de planta, techos, cortes, vistas y axonometrías se encuentran en el capítulo XIV.



8.8. Determinación de variables operativas del servicio

En función de las características definidas hasta aquí y de los criterios adoptados se resumen las variables funcionales del servicio. Para tal fin, se tienen en cuenta las siguientes premisas:

- Velocidad comercial de 30 km/h, que contempla el tiempo de parada en cada estación.
- Distancia total de recorrido, de punta a punta del servicio, de 9,5 km.
- 2 unidades funcionando simultáneamente.
- Capacidad máxima de las unidades de 280 pasajeros.
- Capacidad máxima en simultaneo de 560 pasajeros.
- Se considera que una unidad hace una vuelta cuando vuelve al mismo punto del que salió, es decir que hace un viaje de ida y uno de vuelta.
- Se considera que una unidad hace un viaje cuando llega al extremo opuesto del recorrido.

Si bien se establecen los horarios de salida y llegada a las estaciones, según la velocidad comercial que se puede desarrollar y la distancia del recorrido, la frecuencia de los trenes no podrá ser menor a 19 minutos. A continuación, se presenta la tabla con los horarios definitivos del servicio en ambos sentidos.



Tabla 21: Horarios del servicio.

Sentido Santo Tomé-Santa Fe					Sentido Santa Fe-Santo Tomé				
Horarios definitivos del servicio					Horarios definitivos del servicio				
Horario de salida	Cantidad de pasajeros a transportar	Cantidad de salidas	Pasajeros transportados	% de utilización	Horario de salida	Cantidad de pasajeros a transportar	Cantidad de salidas	Pasajeros transportados	% de utilización
06:00	436	2	560	78%	06:00	164	2	560	29%
06:30					06:30				
07:00	1418	5	1400	101%	07:00	740	5	1400	53%
07:25					07:25				
07:50					07:50				
08:15					08:15				
08:40					08:40				
09:00	444	2	560	79%	09:00	364	2	560	65%
09:30					09:30				
10:00	446	2	560	80%	10:00	402	2	560	72%
10:30					10:30				
11:00	11:00	2	560	0%	11:00	459	2	560	82%
11:30					11:30				
12:00	435	3	840	52%	12:00	771	3	840	92%
12:30					12:30				
13:00					13:00				
13:30	410	3	840	49%	13:30	711	3	840	85%
13:55					13:55				
14:20					14:20				
14:50					14:50				
15:20	355	2	560	63%	15:20	441	2	560	79%
15:50					15:50				
16:20	459	2	560	82%	16:20	375	2	560	67%
16:50					16:50				
17:20	523	2	560	93%	17:20	499	2	560	89%
17:50					17:50				
18:20	529	2	560	94%	18:20	580	2	560	104%
18:50					18:50				
19:20	512	2	560	91%	19:20	545	2	560	97%
19:50					19:50				
20:20	467	2	560	83%	20:20	622	2	560	111%
20:50					20:50				
21:25	685	3	840	82%	21:25	994	3	840	118%
21:50					21:50				

(Fuente: Elaboración propia)



UTN * SANTA FE

INGENIERÍA CIVIL PROYECTO FINAL DE CARRERA

Capítulo IX: FACTIBILIDAD ECONÓMICA

2024



La participación del Estado es fundamental en este tipo de proyectos, especialmente en aquellos sectores en los que está alineado con su rol central. El Estado desempeña un papel crucial en ámbitos económicos y sociales, así como en la provisión de servicios esenciales que no pueden ser delegados. Esto incluye proyectos que generan bienes públicos, como la implementación de un sistema de transporte alternativo.

Las características inherentes del proyecto, en términos de ingresos y gastos, lo categorizan como un proyecto público, donde la dimensión social determina el mayor flujo de ingresos, los cuales a menudo son difíciles de cuantificar en términos monetarios. De hecho, muchos de los beneficios se evalúan desde una perspectiva social, ya que se reflejan en externalidades positivas, como la reducción de accidentes en la vía pública, la mejora en la calidad de vida de los ciudadanos debido a una menor contaminación acústica urbana, la disminución de emisiones de gases contaminantes, el aumento de la productividad de los ciudadanos gracias a un menor tiempo de viaje, un uso más eficiente de los vehículos debido a una mayor eficiencia en el flujo vehicular y una reducción en el número de automóviles, así como el impulso al desarrollo comercial y turístico.

Es importante destacar que estos proyectos no solo contribuyen a mejorar la infraestructura y la movilidad urbana, sino que también promueven un crecimiento económico sostenible. La inversión en sistemas de transporte alternativos puede generar empleo durante la fase de construcción y operación, fomentando a su vez la innovación tecnológica en el sector del transporte. Además, la implementación de estos sistemas puede estimular el uso de energías renovables, contribuyendo así a los objetivos de reducción de la huella de carbono y al cumplimiento de los compromisos internacionales en materia de cambio climático.

En resumen, la intervención estatal en proyectos de inversión pública es indispensable para garantizar el bienestar social y económico, proporcionando beneficios que trascienden lo meramente financiero y abarcan aspectos críticos para el desarrollo sostenible de las comunidades.

9.1. Análisis de costos del proyecto

Se hace una distinción de dos tipos de costos: la inversión inicial y los costos operativos. Los costos aquí presentados corresponden al mes de Mayo del año 2024.

La inversión inicial se considera aquella necesaria para la implementación del nuevo modo de transporte aquí planteado e incluye los siguientes rubros:

- Renovación de los tramos existentes de vías.
- Refuncionalización de la ex estación del Ferrocarril Mitre.
- Construcción de nuevas estaciones de intercambio multimodal.
- Adquisición de material rodante

Los costos operativos hacen referencia a los sueldos de empleados, combustibles y lubricantes, reparación y mantenimiento del material rodante, Seguros, etc.



En este tipo de obras es común que el Estado provea algunos materiales y componentes, como ser: durmientes y rieles, material rodante, estación de recarga SUBE, estaciones de bicicletas públicas, entre otros, por lo tanto, en este análisis no son tenidos en cuenta.

9.2. Coeficiente resumen

Cada rubro mencionado anteriormente se compone de distintos ítems de obra, cuyos valores finales se obtienen multiplicando el costo neto por un coeficiente K, llamado coeficiente resumen.

Este coeficiente se calcula en base a considerar gastos generales o indirectos, el beneficio deseado, gastos financieros, impuesto a los ingresos brutos, y el impuesto al valor agregado. Cada uno de estos valores influyen a modo de porcentaje, sobre el costo neto calculado anteriormente o sobre la suma de algunos de ellos. Se resume en la tabla a continuación los porcentajes adoptados para cada uno de ellos, y el valor final obtenido de K.

Tabla 22: coeficiente resumen.

A	COSTO NETO.....			1,000
B	GASTOS GENERALES E INDIRECTOS.....	30,00%	de A	0,300
C	BENEFICIO.....	12,00%	de A	0,120
D	GASTOS FINANCIEROS.....	5,00%	de A	0,050
E	SUBTOTAL (A+B+C+D).....			1,470
F	INGRESOS BRUTOS.....	3,50%	de E	0,051
G	SUBTOTAL (E+F).....			1,521
H	I.V.A.....	21,00%	de E	0,309
K	SUBTOTAL (G+H).....			1,830
			Coeficiente resumen	1,830

(Fuente: Elaboración propia)

9.3. Inversión Inicial

9.3.1. Renovación de los tramos existentes de vías

Para el análisis de los costos de este apartado, se tiene en cuenta las distintas tareas necesarias para su ejecución, en base a pliegos de obras similares, trabajando en conjunto con ingenieros especializados en el tema pertenecientes a la empresa Guerechet S.A. Estas tareas comprenden:

- Proyecto ejecutivo
- Análisis de impacto y plan de gestión ambiental
- Responsable ambiental
- Movilización e instalación del obrador
- Provisión, mantenimiento y movilidad para la inspección
- Limpieza del terreno



- Conformación y perfilado de la nueva subrasante
- Provisión de balasto grado A1
- Transporte y recepción de rieles
- Provisión de geotextil
- Transporte y recepción de fijaciones
- Desarme y retiro de vías
- Clasificación del material producido y disposición final
- Montaje de vía nueva
- Compra de rieles y durmientes
- Levantes de vía
- Soldadura de rieles
- Liberación de tensiones
- Terminación mecanizada de vía.
- Restauración y/o ejecución de alcantarillas
- Pasos a nivel

Dado que aquí no se tiene en cuenta la necesidad de restaurar o ejecutar nuevas alcantarillas, se estima 5% extra al total para cubrir el costo mencionado y cualquier otro que no fuera tenido en cuenta.

Con respecto a los pasos a nivel, considerando que la infraestructura ha sido ejecutada previamente, pero se encuentra desmantelada, y que todas las piezas necesarias para la renovación ya han sido adquiridas, es importante destacar que el costo inicial se encuentra cubierto.

Sin embargo, se estima que sería necesario destinar un aproximado del 5% del costo total de renovación de los tramos existentes para llevar a cabo la puesta en servicio de dicha infraestructura. Este porcentaje se considera una estimación general utilizada para cubrir los gastos asociados con la reactivación y funcionamiento de los pasos a nivel.

Es fundamental señalar que este porcentaje puede variar en función de factores específicos y situaciones particulares en cada caso.

9.3.2. Refacción y puesta en valor de la estación del ex Ferrocarril Mitre

Con el fin de poder asignar un valor económico a este punto, se realiza una comparación con obras civiles de características similares en el ámbito local. Un ejemplo de ello puede ser la renovación del Mercado Norte en la Ciudad de Santa Fe, ubicado en la intersección de las calles Urquiza y Santiago del Estero. Esta renovación fue llevada a cabo por la municipalidad en el año 2009 y seleccionada entre 250 proyectos por la Comisión Europea EuropeAid, quien financió esta obra con una subvención de



€963.000. Teniendo en cuenta la inflación y el tipo de cambio actual, dicha suma se estima en alrededor de \$963.000.000 pesos.

Dado que la superficie que se va a intervenir en este proyecto es aproximadamente un 50 % menor que la del Mercado Norte, se decide establecer un presupuesto de aproximadamente \$500.000.000 para cubrir todos los aspectos del proyecto.

La inversión propuesta se destinará a diversas áreas dentro del proyecto, incluyendo:

- Obras civiles comunes: se realizarán mejoras en infraestructuras básicas como pavimentación, iluminación, redes de agua y electricidad, entre otros aspectos necesarios para el funcionamiento del lugar.
- Estacionamiento para automóviles: se realizará la construcción de un área de estacionamiento destinada a vehículos particulares, con el fin de ofrecer comodidad y facilitar el acceso a los visitantes.
- Dársenas para estacionamiento de colectivos del transporte público: se habilitarán espacios especiales para que los autobuses del transporte público puedan estacionar de manera ordenada y segura.
- Acondicionamiento de un espacio para realizar tareas de limpieza y mantenimiento de los trenes: se destinará un área específica para llevar a cabo labores de limpieza y mantenimiento de los trenes que operen en la zona, garantizando así su buen estado y funcionamiento.
- Acondicionamiento de andenes: se realizarán mejoras en los andenes existentes, como reparación de estructuras, instalación de barandas de seguridad y mejoras en la accesibilidad para facilitar el embarque y desembarque de los pasajeros.
- Instalación de oficinas administrativas y de control de tráfico: se construirán oficinas destinadas a la gestión administrativa del lugar y al control del tráfico que circula en la zona, contribuyendo así a una operación más eficiente y segura.
- Adecuación del espacio destinado a comercios: se realizarán mejoras en el área destinada a locales comerciales, brindando un entorno adecuado para establecimientos comerciales y ampliando las opciones disponibles para los visitantes del lugar, lo cual incentive las actividades de la zona.

9.3.3. Construcción e instalación de estaciones de intercambio multimodal

En esta instancia se detallan distintas partes que constituyen las estaciones de intercambio, estas son: la plataforma de apoyo o andén, las estructuras premoldeadas, las estructuras metálicas y otros.

9.3.3.1. *Andén*

Se ha llevado a cabo un cálculo para determinar la cantidad de metros cúbicos (m^3) de hormigón requeridos para cada estación del proyecto en cuestión. Para garantizar la aptitud estructural de las instalaciones premoldeadas y el tránsito de pasajeros, se opta por un hormigón de resistencia de 17 MPa (H-17). Se estima que cada estación requeriría aproximadamente 625 m^3 de hormigón.



Teniendo en cuenta las cuatro estaciones proyectadas, esto representa una cantidad total aproximada de 2500 m³.

Con el objetivo de obtener el costo más competitivo, se realizan consultas a las dos principales empresas productoras de hormigón en la región. En el caso de Hormimix, se obtuvo que el costo promedio por m³ de hormigón elaborado es de \$159.500. Sin embargo, debido a la cantidad necesaria para este proyecto, se conseguirían descuentos especiales, reduciendo el costo por m³ a \$135.500.

Por otro lado, la empresa Santa Fe Materiales, ofrece un costo por m³ de \$136.000, siendo también posible un descuento por la cantidad de hormigón necesaria del 20% sobre el total final.

Es importante destacar que estas cifras representan una estimación basada en las cotizaciones recibidas hasta la fecha de este informe y pueden estar sujetas a cambios. Como parte de futuras investigaciones, se recomienda mantener una comunicación fluida con los proveedores para confirmar los precios finales y asegurar la rentabilidad del proyecto.

9.3.3.2. Estructura premoldeada

Conforme a lo explicado anteriormente, se opta por la utilización de paneles premoldeados como estructura principal de las estaciones, lo cual permite agilizar el proceso de puesta en funcionamiento. Además, se determina el uso de una cubierta liviana para el proyecto.

Se solicita un presupuesto a la empresa Bertone Premoldeados S.A. para la adquisición de los paneles premoldeados necesarios. Según la cotización recibida, el precio por estación es de \$35.000.000. Por tanto, el costo total de las cuatro estaciones proyectadas asciende a \$140.000.000.

Es importante resaltar que estos montos son exclusivamente referencias basadas en las cifras proporcionadas por la empresa mencionada, y podrían estar sujetos a cambios o ajustes adicionales. Para asegurar la precisión y factibilidad financiera del proyecto, se recomienda, por un lado, continuar la comunicación con Bertone Premoldeados S.A. y evaluar los términos y condiciones finales antes de proceder con la adquisición, y por otro, consultar con otros proveedores de estructuras premoldeadas, de la zona o no, a fin de lograr una comparación entre dos presupuestos.

9.3.3.3. Estructura metálica

En esta sección, se lleva a cabo un análisis aproximado de los gastos requeridos para la construcción de la estructura metálica destinada a la cubierta de la plataforma y el área de estacionamiento de bicicletas privadas. Para realizarlo, se tuvo en cuenta que se necesitarían tubos estructurales circulares y rectangulares, chapa canal galvanizada, chapa lisa galvanizada, vidrio, tubo rectangular para el cerramiento del estacionamiento y demás elementos menores de fijación.

Con el fin de obtener un cálculo estimado, se consulta a la empresa Familia Bercomat. Según los datos recopilados, se estima que el costo de los materiales necesarios para cada estación de transferencia ascendería a alrededor de \$15.000.000.



Es importante señalar que estos precios están sujetos a variaciones, cambios en el mercado y a disponibilidad. Sin embargo, estos datos proporcionan una idea general de los costos asociados con la construcción de la estructura metálica mencionada anteriormente.

9.3.3.4. Otros

En esta sección, se abordarán los costos relacionados con materiales que se consideran secundarios como ser: luminarias, aberturas, sanitarios y otros que no fueron incluidos en las categorías anteriores debido a su menor impacto económico. Para estimar estos costos, se considera un porcentaje del total de los ítems anteriores.

Se estima que el costo de estos materiales adicionales representa aproximadamente el 8% de la suma total del andén, la estructura premoldeada y la estructura metálica. Teniendo en cuenta dicho porcentaje, se realizará un cálculo para obtener un valor estimado.

Es importante destacar que este cálculo es una estimación y los costos reales pueden variar en función de los precios del mercado y los requerimientos específicos del proyecto.

9.3.4. Adquisición de material rodante

Como último ítem de inversión inicial, se considera la adquisición del material rodante, el mismo tiene un costo aproximado de \$4.500.000.000 cada uno, lo que nos da una inversión en material rodante de \$9.000.000.000.

Si bien estos costos son altos, ya que representan aproximadamente más de un 50% de la inversión inicial, y, además, considerando la incertidumbre de si el proyecto tendrá el éxito esperado, se deja como alternativa planteada la posibilidad de adquirir y reacondicionar coches que se encuentren en desuso, esto permitiría reducir el costo inicial del proyecto para poder hacerlo más accesible de implementar a corto plazo.

9.4. Costos operativos

9.4.1. Combustibles y lubricantes

Tanto el consumo de combustible como el de lubricantes depende, entre otras cosas, de las características topográficas y operativas del tramo de red simulado (pendientes, estado de la vía, velocidad, cantidad de paradas, carga media, etc.) y del material rodante utilizado (antigüedad, estado, potencia, tamaño de los trenes, etc.).

El consumo específico utilizado fue obtenido por consultas al fabricante, se estima un consumo de 2,50 litros de Gasoil y 0,35 litros de lubricante por tren-km. Según la distancia del recorrido, la cual es de 9,50 Km y la cantidad de vueltas, que serían 34 vueltas cada tren, se tiene que diariamente cada uno recorrerá 323 Km, lo que nos da una distancia anual aproximada de 117.895 Km por tren. Según estos cálculos se necesitarían 589.475 litros de combustible y 82527 litros de lubricante como máximo anualmente para mantener el servicio en funcionamiento.



9.4.2. Reparación y mantenimiento del material rodante

Al no contar con el costo del material rodante, para el mantenimiento de los vehículos se estimará un presupuesto anual de \$ 60.000.000 para cubrir cualquier inconveniente que se presente, este valor surge de proyectos de similares características.

9.4.3. Salarios del personal

Los salarios del personal se agrupan según las siguientes categorías, donde en cada caso se determina el salario anual por agente. Se calculan 12 sueldos + 1 aguinaldo y se les suman un 10% según convenio:

- Gerente de operaciones: $\$ 990.834 \times (12 \text{ sueldos} + 1 \text{ aguinaldo}) = \$ 12.880.842$
- Administrativo (2): $\$ 706.167 \times (12 \text{ sueldos} + 1 \text{ aguinaldo}) = \$ 9.180.171$
- Conductor (4): $\$ 858.851 \times (12 \text{ sueldos} + 1 \text{ aguinaldo}) = \$ 11.165.063$
- Control de tráfico (3): $\$ 706.167 \times (12 \text{ sueldos} + 1 \text{ aguinaldo}) = \$ 9.180.171$
- Mantenimiento de material rodante
 - o Encargado taller locomotoras: $\$ 912.049 \times (12 \text{ sueldos} + 1 \text{ aguinaldo}) = \$ 11.856.637$
 - o Ayudante encargado taller locomotoras: $\$ 769.064 \times (12 \text{ sueldos} + 1 \text{ aguinaldo}) = \$ 9.997.832$
- Seguridad (4): $\$ 514.543 \times (12 \text{ sueldos} + 1 \text{ aguinaldo}) = \$ 6.689.059$

Para la obtención de los salarios presentados, fue usada como referencia la escala salarial de Belgrano Cargas, la misma será agregada en el anexo.

9.4.4. Seguros

En base a datos aportados por empresas de transporte de pasajeros se adopta un 5 % de los ingresos totales como monto destinado a solventar los seguros, tanto de las personas transportadas como de las unidades motoras.

9.4.5. Gastos generales

Se incluyen todos aquellos gastos no contemplados en los rubros anteriores como, por ejemplo: artículos de limpieza, papelería, elementos de oficina, servicios, etc.

Siguiendo una metodología de cálculo de costos con un criterio simplificador, se establece este costo específico como un 8% de los costos operativos.



9.5. Ingresos

En cuanto a ingresos estimados y esperados para el proyecto se tienen en cuenta los dos principales: los ingresos provenientes por el corte de boleto y los ingresos por alquiler de los espacios comerciales que se proponen en la ex Estación Mitre.

9.5.1. Ingresos provenientes del corte de boleto

Para evaluar estos ingresos, se analiza en primera instancia la cantidad de pasajeros esperados para esta nueva modalidad que aquí se propone. Retomando el Apartado 8.2, del Capítulo 8 del presente informe, donde fue realizado el cálculo de la demanda esperada, se obtuvo que la cantidad de pasajeros diarios esperados sería de 15.144 (evaluados en ambos sentidos de circulación).

Luego llevando este análisis diario a un análisis anual de pasajeros, se obtiene un total de pasajeros esperados de 4.361.472. Los mismos se obtuvieron teniendo en cuenta que los 15.144 pasajeros serían durante la semana y para los sábados y domingos se considera un 50% de esta cantidad.

Como siguiente punto para evaluar los ingresos generados, se obtuvo, por datos suministrados por la empresa Continental T.P.A.S.A., que aproximadamente un 81,69% de los usuarios no cuentan con ninguna franquicia, 1,75% cuenta con una franquicia del 50% y 16,56% cuenta con una franquicia del 100%, sobre el precio del boleto.

Se tiene en cuenta que el boleto de Santo Tome a Santa Fe es de \$1028 al día de la fecha de esta evaluación económica. Para incentivar el uso de esta nueva modalidad se aplica un boleto del 50% sobre la tarifa plana los primeros 2 años de puesta en servicio, 75% los siguientes 2 años y, a partir del quinto año de servicio se prevé que el boleto se equipare con el vigente a la fecha.

9.5.2. Ingresos provenientes de alquiler de locales comerciales

Para esta evaluación se analiza la concesión del espacio público de la estación del ex ferrocarril Mitre, la cual cuenta con espacio para 6 locales comerciales que podrían ser explotados con el fin de obtener un ingreso que contribuya a la recuperación de la inversión.

Por consultas realizadas a inmobiliarias de la zona, se obtuvo un precio de referencia para el alquiler de inmuebles destinados al comercio, el cual se estima de \$300.000 por mes por cada local, resultando de un ingreso anual por local de \$3.600.000 para el primer año de puesta en servicio del proyecto.

Si bien, estos números no son representativos comparados con los costos generados por la magnitud de la obra planteada, aportarán un ingreso que podrá cubrir ciertos gastos administrativos y/o de mantenimiento.



9.6. Beneficios y financiamiento

El valor económico es un factor crucial al determinar la factibilidad de un proyecto. En esta etapa, se realiza un balance entre los objetivos, las diferentes alternativas, los costos asociados a cada una y los aspectos que las sustentan. El análisis busca determinar el impacto económico, social y ambiental en cada fase del proyecto, y cuantificar la viabilidad de su ejecución.

Uno de los métodos más utilizados para evaluar las variables financieras de un proyecto de inversión es el cálculo de los indicadores TIR (Tasa Interna de Retorno) y VAN (Valor Actual Neto). La TIR indica el porcentaje de beneficio o pérdida que genera el capital invertido en el proyecto, mientras que el VAN se determina mediante la actualización de los flujos de gastos e ingresos futuros del proyecto, menos la inversión inicial. Sin embargo, debido a la dificultad para monetizar los beneficios del proyecto —como, por ejemplo, la mejora en las condiciones de bienestar de los usuarios del transporte público, la reducción de costos de mantenimiento y la disminución de tiempos de viaje— se considera que los beneficios económicos son muy difíciles de cuantificar y exceden a los objetivos de este proyecto como así también a nuestros conocimientos, comparados con los beneficios socioculturales y de desarrollo poblacional que trae aparejado este proyecto.

En cuanto al financiamiento de las distintas etapas del proyecto, se mencionan algunas opciones, en base a proyectos de similares características en otras zonas de la República Argentina:

- El gobierno se encarga de cubrir la inversión inicial, ejecutando las obras por sus propios medios, y brindando la concesión del servicio a un privado para que el mismo lo opere y lo ponga en funcionamiento. Esta opción llevaría aparejado el pago de una alícuota cada 6 meses sobre un porcentaje de las ganancias para así recuperar parte de la inversión. Es el caso de algunos servicios de trenes de pasajeros que operan en el AMBA (Provincia de Buenos Aires).
- El Estado se encarga de cubrir la inversión inicial, ejecutando las obras por sus propios medios y también se encarga de la operación y funcionamiento del servicio, quedándose con las ganancias. Un ejemplo es el Metrotranvía de la Provincia de Mendoza, el cual está completamente a cargo del gobierno Provincial.
- El gobierno abre una licitación para que un privado ejecute ciertos parámetros establecidos según Pliego. El servicio sería administrado por otro ente privado (o el mismo), que se encargaría de la puesta en servicio, mantenimiento, y todos los gastos operacionales que llevaría aparejado el proyecto. Es el caso del tren Posadas-Encarnación, el cual ha sido adjudicado a una empresa privada para su ejecución y hoy en día es operado por otra empresa privada (Casimiro Zbikoski S.A.).
- El gobierno abre una licitación para que un privado ejecute ciertos parámetros establecidos según Pliego. Luego el servicio sería administrado por un ente Estatal (Nacional o Provincial), que se encargaría del servicio, mantenimiento y todos los gastos operacionales que llevaría aparejado el proyecto. Tal es el caso del Tren de las Sierras que recorre el Valle de Punilla en la Provincia de Córdoba, que en 2022 licitó un nuevo tramo de 34 kilómetros y hoy en día se activará el servicio a través de SOFSE (Sociedad Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado). Otros ejemplos similares son Tren Rosario-Cañada de Gómez (Provincia de Santa Fe).



Como conclusión, creemos que la mejor alternativa y la más viable para este tipo de servicio sería la primera aquí nombrada, la cual propone que el estado se haga cargo de la inversión inicial y luego la concesión del servicio quede en manos de un privado, donde el mismo se encargaría de su operación y mantenimiento.



9.7. Resumen de inversión inicial

Tabla 23: Costo final de la obra.

Categoría	Subcategoría	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario (\$/u)	Total parcial (\$)	% de incidencia	Total x K (\$)
Renovación de vías existentes	Proyecto ejecutivo	GL	1	\$ 251.420.486,38	\$ 251.420.486,38	1,58%	\$ 460.137.203,15
	Análisis de impacto, matriz legal y plan de gestión ambiental	GL	1	\$ 1.021.333,89	\$ 1.021.333,89	0,01%	\$ 1.869.194,22
	Responsable ambiental	mens	18	\$ 1.805.354,00	\$ 32.496.372,00	0,20%	\$ 59.473.235,22
	Gestión y control de calidad, plan de calidad (pc) / responsable de calidad	mens	18	\$ 3.093.554,00	\$ 55.683.972,00	0,35%	\$ 101.910.021,36
	Movilización e instalación de obrador	Un	1	\$ 265.747.100,00	\$ 265.747.100,00	1,67%	\$ 486.357.055,07
	Provisión, mantenimiento y movilidad para la inspección de vías	Un	2	\$ 51.272.680,00	\$ 102.545.360,00	0,65%	\$ 187.673.390,60
	Limpieza del terreno	m	9.500	\$ 15.540,52	\$ 147.634.940,00	0,93%	\$ 270.194.085,44
	Conformación y perfilado de la nueva subrasante	m	9.500	\$ 51.229,88	\$ 486.683.860,00	3,07%	\$ 890.704.466,38
	Provisión de balasto grado a1	ton	46.593	\$ 10.241,65	\$ 477.189.198,45	3,01%	\$ 873.327.811,54
	Transporte y recepción de rieles	un	1.630	\$ 14.215,45	\$ 23.171.183,50	0,15%	\$ 42.406.741,48
	Provisión de geotextil	m2	28.500	\$ 2.598,60	\$ 74.060.100,00	0,47%	\$ 135.541.092,02
	Transporte y recepción de fijaciones	cjto	14.850	\$ 158,00	\$ 2.346.300,00	0,01%	\$ 4.294.080,95
	Desarme y retiro de vía	m	9.500	\$ 19.501,50	\$ 185.264.250,00	1,17%	\$ 339.061.367,14
	Clasificación del material producido y disposición final	m	9.500	\$ 10.256,60	\$ 97.437.700,00	0,61%	\$ 178.325.606,66
	Montaje de vía nueva	m	9.500	\$ 29.512,60	\$ 280.369.700,00	1,77%	\$ 513.118.606,46
	Durmientes	Un	15.827	\$ 12.000,00	\$ 189.924.000,00	1,20%	\$ 347.589.408,60
	Rieles	m	9.500	\$ 125.000,00	\$ 1.187.500.000,00	7,48%	\$ 2.173.303.125,00
	Levantes de vía	m	9.500	\$ 41.256,60	\$ 391.937.700,00	2,47%	\$ 717.304.781,66
	Soldadura de rieles	un	1.056	\$ 100.105,25	\$ 105.666.652,78	0,67%	\$ 193.385.824,58
	Liberación de tensiones	m	9.694	\$ 2.654,50	\$ 25.732.397,96	0,16%	\$ 47.094.148,13
Terminación mecanizada de vía	m	9.694	\$ 12.651,50	\$ 122.642.091,84	0,77%	\$ 224.453.424,38	
Restauración/Ejecución de alcantarillas	%	-	-	\$ 675.323.734,94	4,26%	\$ 1.235.943.733,50	
Pasos a nivel	%	-	-	\$ 675.323.734,94	4,26%	\$ 1.235.943.733,50	
	Subtotal				\$ 5.857.122.168,67	36,91%	\$ 10.719.412.137,00
Refacción de la ex estación Mitre		u	1	\$ 500.000.000	\$ 500.000.000	3,15%	\$ 915.075.000,00
Estaciones de transferencia	Hormigon	m3	2.500	\$ 108.800	\$ 272.000.000	1,71%	\$ 497.800.800,00
	Estructura premoldeada	u	4	\$ 35.000.000	\$ 140.000.000	0,88%	\$ 256.221.000,00
	Estrcutura metálica	u	4	\$ 15.000.000	\$ 60.000.000	0,38%	\$ 109.809.000,00
	Otros	%	-	-	\$ 37.760.000	0,24%	\$ 69.106.464,00
Adquisición de material rodante		Un	2	\$ 4.500.000.000	\$ 9.000.000.000,00	56,72%	\$ 16.471.350.000,00
						COSTO TOTAL	\$ 29.038.774.401,00

(Fuente: Elaboración propia)



Tabla 24: Ingresos estimados.

Ingresos estimados para los primeros 2 años de puesta en servicio					
Categoría	Subcategoría	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario (\$/u)	Total (\$)
Boletos	Sin franquicia	Un	3.563.036	\$ 514	\$ 1.831.400.305
	Franquicia 50%	Un	76.214	\$ 257	\$ 19.586.885
Alquileres		Un	6	\$ 3.600.000	\$ 21.600.000
INGRESO TOTAL					\$ 1.872.587.190
Ingresos estimados para los segundos 2 años de puesta en servicio					
Categoría	Subcategoría	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario (\$/u)	Total (\$)
Boletos	Sin franquicia	Un	3.563.036	\$ 771	\$ 2.747.100.457
	Franquicia 50%	Un	76.214	\$ 386	\$ 29.380.327
Alquileres		Un	6	\$ 3.600.000	\$ 21.600.000
INGRESO TOTAL					\$ 2.798.080.784
Ingresos estimados a partir del quinto año de puesta en servicio					
Categoría	Subcategoría	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario (\$/u)	Total (\$)
Boletos	Sin franquicia	Un	3.563.036	\$ 1.028	\$ 3.662.800.609
	Franquicia 50%	Un	76.214	\$ 514	\$ 39.173.770
Alquileres		Un	6	\$ 3.600.000	\$ 21.600.000
INGRESO TOTAL					\$ 3.723.574.379

(Fuente: Elaboración propia)



Tabla 25: Costos operativos.

Categoría	Subcategoría	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario (\$/u)	% de incidencia	Total (\$)
Combustible		L	589475	\$ 1.150	37,00%	\$ 677.896.250
Lubricante		L	82526,5	\$ 8.500	38,29%	\$ 701.475.250
Reparación y mantenimiento del material rodante		Un	1	\$ 60.000.000	3,28%	\$ 60.000.000
Salarios del personal	Gerente de operaciones	Un	1	\$ 12.880.842	0,70%	\$ 12.880.842
	Administrativo	Un	2	\$ 9.180.171	1,00%	\$ 18.360.342
	Conductor	Un	5	\$ 11.165.063	3,05%	\$ 55.825.315
	Control de tráfico	Un	3	\$ 9.180.171	1,50%	\$ 27.540.513
	Encargado de taller	Un	1	\$ 11.856.637	0,65%	\$ 11.856.637
	Ayudante encargado de taller	Un	1	\$ 9.997.832	0,55%	\$ 9.997.832
	Seguridad	Un	4	\$ 6.689.059	1,46%	\$ 26.756.236
Seguros		%	0,05	\$ 1.872.587.190	5,11%	\$ 93.629.359
Gastos generales		%	0,08	\$ 1.696.218.576	7,41%	\$ 135.697.486
GASTOS OPERATIVOS TOTALES						\$ 1.831.916.063

(Fuente: Elaboración propia)



9.8. Curvas de avance e inversiones

A partir de planes de trabajos tomados como referencia de obras de la misma índole en el que, analizando los rendimientos de los equipamientos y considerando una cuadrilla tipo, se pudieron determinar los tiempos de ejecución sin considerar los imprevistos e inclemencias del tiempo, se llega a una duración total de obra de 18 meses que nos permite arribar a las siguientes curvas de avance e inversión.

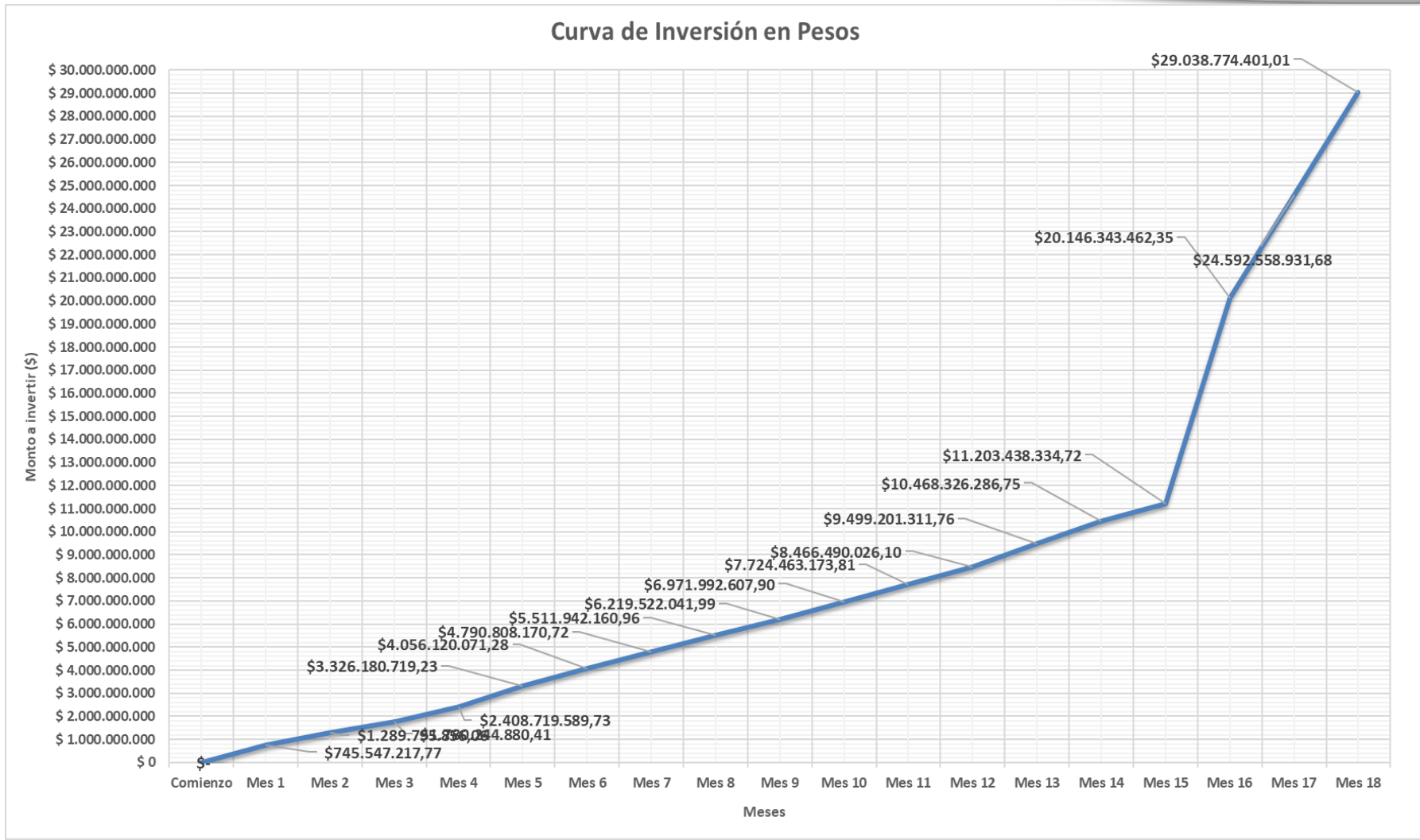


Figura 125: Curva de inversión.

(Fuente: Elaboración propia)

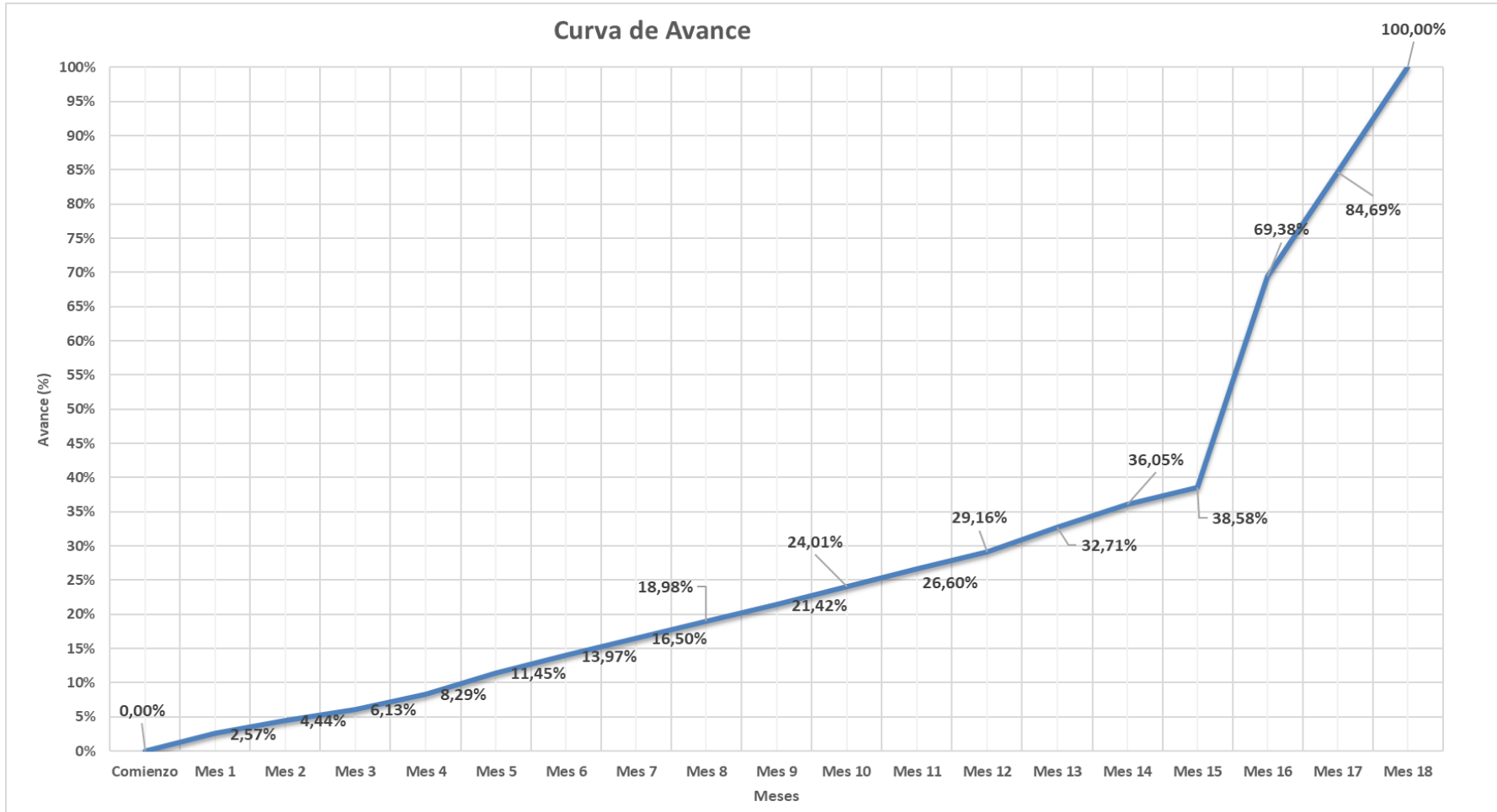


Figura 126: Curva de avance.

(Fuente: Elaboración propia)



9.9. Ingresos, egresos y diferencias

En el cuadro siguiente se observa la variación anual de los Ingresos, Egresos y los Resultados obtenidos de la diferencia tomando un periodo de referencia de 20 años. Se observa que a partir del décimo noveno año los resultados pasan a ser positivos recuperando la inversión inicial y, permitiendo a partir del mismo, obtener ganancias según los esquemas de ingresos y egresos planteados. Cabe aclarar, que, como ya se explicó en el punto 9.3.4, si se utilizaran coches reacondicionados, esta inversión se recuperaría con anterioridad.

En este análisis no se tuvo en cuenta ningún valor de inflación, ya que es una variable compleja de determinar y predecir y escapa al análisis aquí planteado.

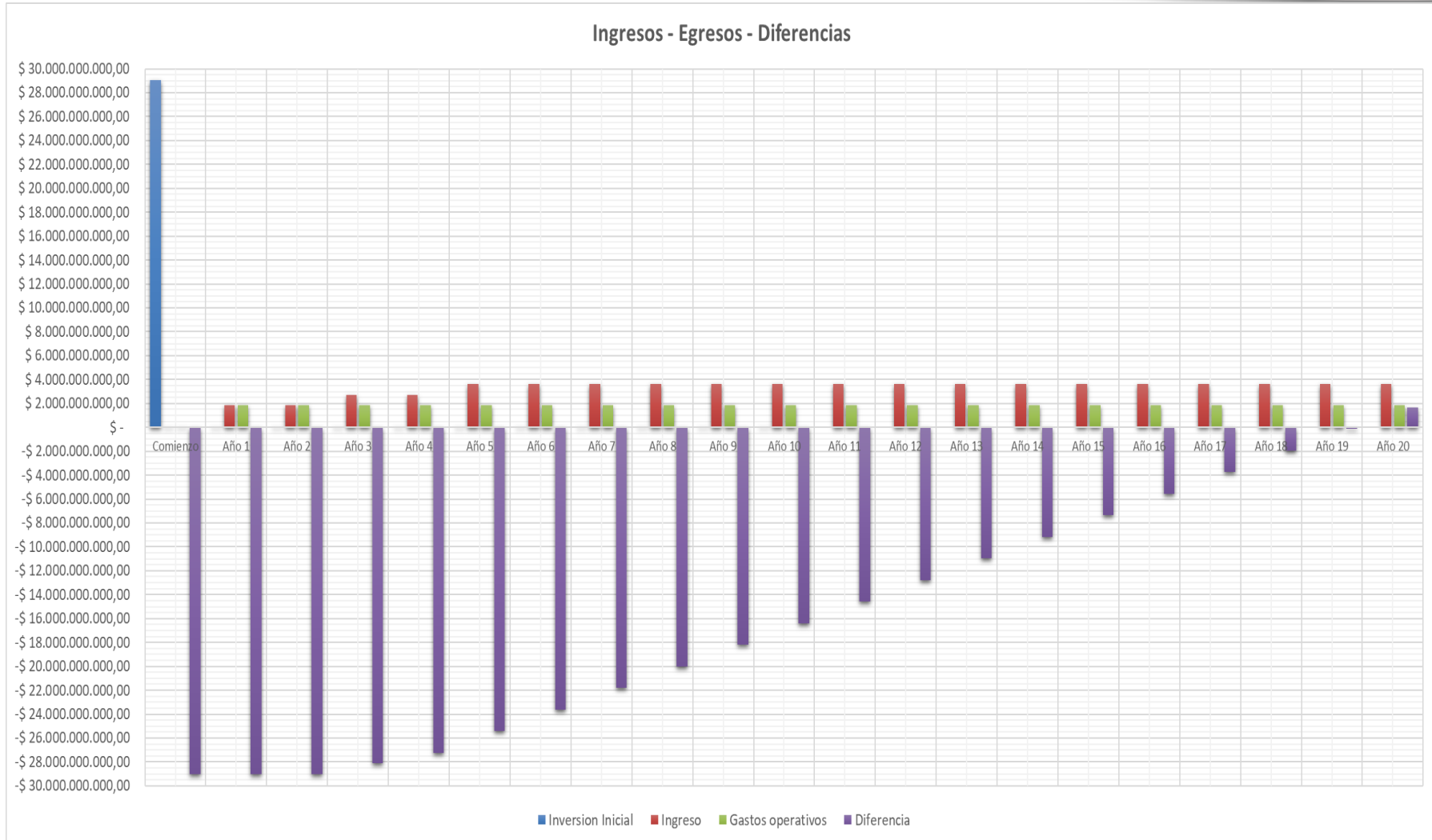


Figura 127: Ingresos, egresos y diferencias.

(Fuente: Elaboración propia)



UTN * SANTA FE

INGENIERÍA CIVIL PROYECTO FINAL DE CARRERA

Capítulo X: FACTIBILIDAD AMBIENTAL

2024



Sin dudas los proyectos civiles generan impactos sobre el ambiente, los cuales pueden ser positivos o negativos en diferentes magnitudes cada uno. Este aspecto no debe ser dejado de lado y debe abordarse de manera integral y responsable.

El análisis cuidadoso de los impactos de cada una de las etapas de los proyectos y la implementación de eventuales medidas de mitigación, son fundamentales para garantizar que el proyecto contribuya al desarrollo sostenible y tenga un efecto positivo en el entorno natural y en la sociedad.

La Gestión del Impacto Ambiental, no es sólo una responsabilidad ética y profesional, sino también una necesidad legal y económica.

10.1. Aspectos principales

En primer lugar, es importante identificar lo que entendemos como ambiente; cada disciplina lo limita al “mundo” que estudia, es por ello, que se tienen distintas definiciones según cada punto de vista, por ejemplo: según el punto de vista de la biología, la ecología, la geología, las ciencias sociales o hasta desde una mirada jurídica.

En la Ingeniería Civil, es importante trabajar con un enfoque sistémico del ambiente; de esta manera, entendemos a los sistemas ambientales como “un conjunto de elementos o componentes presentes en un determinado lugar del territorio y en un momento del tiempo”. Estos sistemas se definen como tales ya que existe una interacción entre sus componentes y existe un objetivo común; además, su comportamiento depende del funcionamiento de cada elemento, de las relaciones entre ellos y de las relaciones con el entorno.

Desde la Ingeniería, no se debe caer en el error de considerar al ambiente sólo como el sistema natural (compuesto por la atmósfera, hidrósfera, geosfera y biosfera), sino que debemos considerar la componente artificial o humana. Este último sistema se integra por la sociosfera, la tecnosfera y la noosfera.

Por otro lado, deben definirse claramente las escalas espaciales y temporales de los Sistemas Ambientales:

La escala espacial, define el límite o frontera y el tamaño del sistema territorial a estudiar, gestionar o intervenir; para determinarla se deben considerar: tamaño y detalle de las estructuras y componente/s que se pretenden describir, diversidad de información representada, nivel de resolución deseado y fundamentalmente la naturaleza del problema y los objetivos del trabajo a realizar.

La escala temporal representa la dinámica de los eventos o fenómenos que ocurren dentro del sistema ambiental y permiten diferenciar procesos lentos de procesos rápidos o dinámicos. Es importante definir correctamente la duración del análisis.

El estudio y análisis de un proyecto desde el punto de vista ambiental, conlleva distintas etapas y tareas fundamentales para poder realizar un correcto diagnóstico de la situación y para lograr



proyectos amables con el medio que nos rodea. A continuación, se detallan algunos aspectos importantes a tener en cuenta en el desarrollo de los desarrollos ingenieriles:

Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) e identificación de impactos: esta evaluación consiste en el estudio de los potenciales efectos del proyecto sobre los distintos componentes del medio ambiente (calidad del aire, agua, suelo, biodiversidad, población, entre otros) e identificar los impactos que efectivamente se generan, pudiendo ser estos últimos, directos o indirectos.

Mitigación de impactos: planificación de estrategias que reduzcan o eliminen los efectos negativos generados por el proyecto sobre el medio ambiente, utilizando diversas herramientas.

Monitoreo ambiental: se realiza durante la ejecución del proyecto y a lo largo de su vida útil. Consiste en un seguimiento continuo para corroborar la efectividad de las medidas de mitigación adoptadas y detectar impactos no previstos.

Cumplimiento de regulaciones: los proyectos deben estar enmarcados en el ámbito legal, es decir, deben cumplir con las leyes y normativas existentes y aplicables al caso.

Diseño ambientalmente sostenible: este concepto refleja la importancia de considerar los efectos de los proyectos sobre el medio ambiente desde la concepción de estos. La utilización de tecnologías, materiales, servicios y procesos que minimicen los impactos negativos, son cuestiones que se definen en etapa de proyecto.

Participación de la comunidad: el hecho de involucrar a la población afectada directa o indirectamente y a las partes interesadas en las distintas etapas del proyecto permite identificar preocupaciones y oportunidades para gestionar los impactos ambientales de manera más efectiva.

Conservación de la biodiversidad: para proyectos enmarcados en áreas naturales sensibles o hábitats de especies en peligro de extinción, deben garantizarse medidas específicas para la conservación de la biodiversidad.

10.2. Identificación de las áreas de influencia

A continuación, se señalan en la imagen satelital las áreas de influencia del proyecto.

En color rojo, se identifica al área de influencia directa (AID), la cual responde al trazado de la vía férrea y sus estaciones. Sobre esta sección trabaja el personal, la maquinaria y los equipos afectados y se despliega todo el operativo necesario para la ejecución del proyecto. Los IA que se dan aquí se manifiestan en forma directa, en el mismo lugar que se produce.

En color amarillo se sombrea el área de influencia indirecta (AII). Esta consiste en la parte del territorio afectada por la obra en general y las distintas tareas que se vayan desarrollando, tanto positiva como negativamente. Los IA que se dan aquí se manifiestan en forma indirecta o inducida en un sitio diferente de donde se produce la acción generadora del impacto y en un tiempo diferido.



Figura 128: Área de influencia directa: traza férrea.

(Fuente: Elaboración propia)

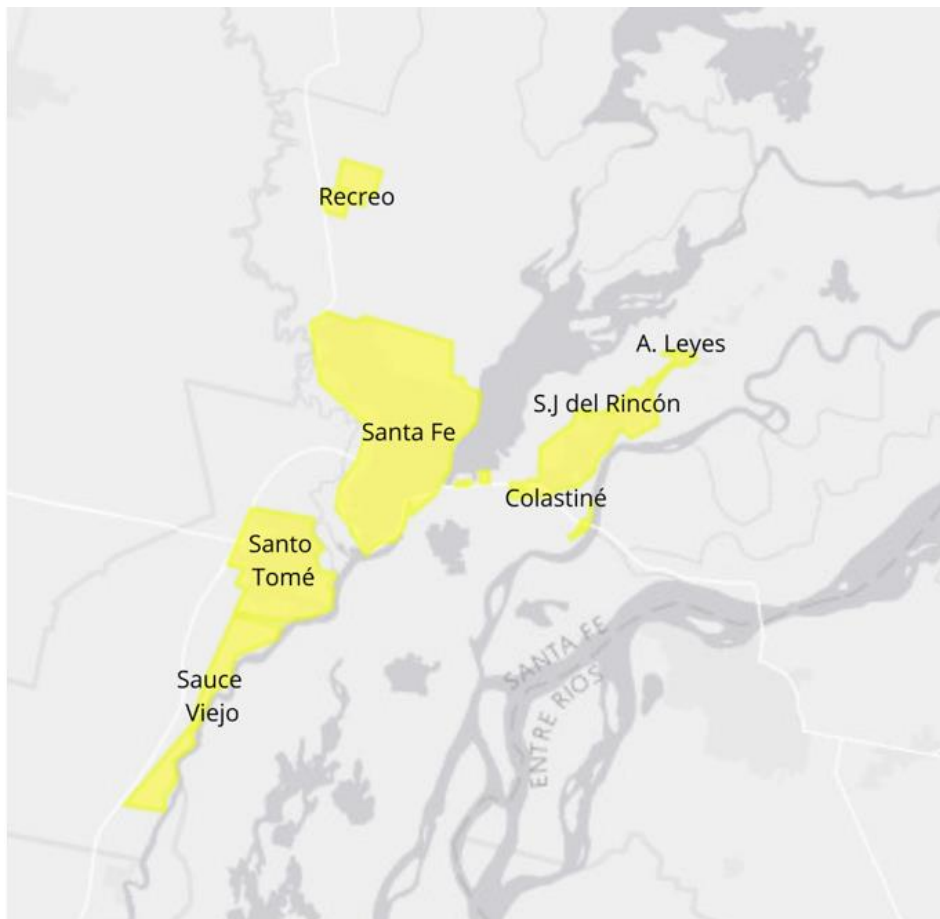


Figura 129: Área de influencia indirecta: Gran Santa Fe (Santa Fe, Santo Tomé, Sauce Viejo, Colastiné, S.J. del Rincón, Arroyo Leyes, Recreo)

(Fuente: Elaboración propia)



10.3. Screening y Scoping

El “Screening” y “Scoping” son procesos que representan la primera etapa de la incorporación de la dimensión ambiental dentro de un proyecto.

En el “Screening” o “selección” se definen aquellos aspectos o componentes ambientales que deben ser evaluados y se excluyen los que no se consideran ambientalmente significativos, de esta manera, se establece la profundidad de los estudios ambientales necesarios de realizar.

En el “Scoping” se determina el alcance en los puntos clave necesarios de examinar en la evaluación durante la realización de un estudio ambiental. Este proceso incluye:

- Definir límites geográficos del estudio en relación a los posibles impactos (AID y AII)
- Identificar limitaciones y horizontes temporales de los estudios (tiempos de predicción)
- Identificar técnicas y recursos humanos necesarios para desarrollar el proyecto

A continuación, se muestra el resultado de estos procesos resumidos en una tabla.



Tabla 26: Matriz screening y scoping.

PROYECTO	ETAPAS	ACCIONES PRINCIPALES	I.A. ESPERABLES
NUEVA INTERCONEXIÓN VIAL SANTO TOME - SANTA FE	Proyecto	Planificación y Logística	Positivo: Aceptación pública del proyecto.
	Tareas preliminares	Contratación de trabajadores	Positivo: Oferta laboral.
		Interrupción y desvío del tránsito y alteración de circulación en vías aledañas	Negativo: Congestionamiento del tránsito. Afectación al recorrido de usuarios. Afectación de circulación en vías aledañas.
		Señalización	No genera IA significativos.
		Replanteo	No genera IA significativos.
		Estudios geotécnicos e hidrológicos	No genera IA significativos.
		Montaje de obrador	No genera IA significativos.
		Compra de materiales, alquiler de máquinas y equipos, contratación de servicios	Positivo: Generación de demanda para el mercado constructivo de la región.
	Constructiva	Retiro de infraestructura vial existente	Negativo: Generación de vibraciones y ruidos, polvo (residuos gaseosos).
		Retiro de paquete estructural de pavimento existente	Generación de residuos sólidos y semisólidos provenientes de la construcción.
		Excavación y preparación del terreno	Negativos: Vibraciones. Emanación de gases por combustión de maquinarias. Eventuales roturas de obras de arte. Disipación de partículas de polvo al ambiente. Afectación en el uso y geomorfología del suelo. Afectación en fundaciones de construcciones aledañas. Afectación de arbolado público y veredas.
		Construcción de infraestructura vial	Negativos: Vibraciones y ruidos de maquinarias. Emanación de gases por combustión de maquinarias.
		Construcción de estaciones de transferencia	Generación de residuos sólidos y semisólidos.
		Reconstrucción de pavimentos afectados	Negativos: Vibraciones y ruidos de maquinarias. Emanación de gases por combustión de maquinarias. Generación de residuos sólidos y semisólidos.
		Trabajos de arquitectura de paisaje y jardinería en el entorno	Negativos: Rotura de veredas. Extracción de arbolado público.
	Puesta en servicio	Activación de la nueva modalidad y funcionamiento normal de otras vías de comunicación afectadas	Positivos: Aceptación pública del proyecto. Mejora en la logística del tránsito. Mejora en la integración y accesibilidad del territorio. Mejora estética de las zonas comprendidas en el proyecto. Reutilización de terrenos desafectados. Aumento del nivel paisajístico. Mantenimiento y renovación de arbolado público. Mantenimiento de la infraestructura existente.
	Funcionamiento (a largo plazo)	Mantenimiento	Positivos: Mejora en la circulación del tránsito. Mejora en los sistemas de transporte público de pasajeros. Resolución de problemas de conexión en el Gran Santa Fe.

(Fuente: elaboración propia)



10.4. Identificación de impactos ambientales

La matriz de evaluación de impacto ambiental identifica los principales impactos de los diferentes tipos de trabajo y las interacciones que pueden ocurrir entre ellos y los principales componentes del entorno natural y humano.

Consiste en una tabla de doble entrada:

El eje vertical corresponde a las acciones o actividades de trabajo que tienen impacto en el medio ambiente y se deriva de las diferentes etapas de desarrollo consideradas.

El eje horizontal corresponde a características o factores del entorno natural y del entorno socioeconómico o humano que probablemente se verán afectados por las actividades de construcción de carreteras.

Las intersecciones permiten aclarar las relaciones de interacción y, cuando sea posible o apropiado, incluir resultados de mediciones o modelos para evaluarlos cualitativa o cuantitativamente.



Tabla 27: Matriz de identificación de IA.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES																
Medio / Componente Ambiental		Factor Ambiental	Etapas del Proyecto													
			Proyecto	Tareas preliminares			Constructiva						Puesta en servicio	Funcionamiento		
			PRINCIPALES ACCIONES POTENCIALMENTE IMPACTANTES													
			Planificación y Logística	Contratación de trabajadores	Compra de materiales, alquiler de MAQUÍEQ.	Interrupción y desvío del tránsito, alteración de	Retiro de paquete estructural de pavimento existente	Retiro de infraestructura vial existente	Excavación y preparación del terreno	Construcción de infraestructura vial	Construcción de estaciones de transferencia	Reconstrucción de pavimentos afectados	Trabajos de arquitectura de paisaje y jardinería en el	Activación de la nueva modalidad y funcionamiento normal de otras vías de comunicación afectadas	Mantenimiento	
MEDIO NATURAL	ABIÓTICO O FÍSICO	ATMÓSFERA	Nivel de ruido	-	-	-	-	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
			Emanación de gases	-	-	-	-	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	-	SÍ
			Nivel de olores	-	-	-	-	-	-	SÍ	-	-	-	-	-	-
			Calidad del Aire	-	-	-	-	SÍ	-	SÍ	SÍ	SÍ	-	SÍ	-	SÍ
		AGUA PLUVIAL	Caudal	-	-	-	-	-	-	-	-	SÍ	-	SÍ	-	-
			Transporte	-	-	-	-	SÍ	SÍ	-	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	-	-
		SUELO	Permeabilidad	-	-	-	-	SÍ	SÍ	-	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	-	-
			Morfología	-	-	-	-	-	-	SÍ	-	-	-	-	-	-
			Composición	-	-	-	-	-	-	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	-	-
				Estructura de estratos superiores	-	-	-	-	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	-	-
		PAISAJE	Calidad visual	-	-	-	-	SÍ	SÍ	-	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	-	
MEDIO ANTRÓPICO	SOCIO-ECONÓMICO	Nivel de empleo PEA	-	SÍ	SÍ	-	-	-	-	-	-	-	-	SÍ	SÍ	
		Actividades comerciales en AII	-	-	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	-	SÍ	SÍ	SÍ	-	SÍ	-	
	VIAL	Volumen vehicular y	-	-	-	SÍ	SÍ	SÍ	-	SÍ	SÍ	SÍ	-	SÍ	-	
		Accesibilidad a viviendas	-	-	-	SÍ	SÍ	SÍ	-	-	SÍ	SÍ	-	-	-	
	POBLACIÓN ALEDAÑA	Actividades diarias y/o	-	-	-	SÍ	SÍ	SÍ	-	SÍ	SÍ	SÍ	-	SÍ	-	
		Calidad	-	-	-	-	-	-	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	-	SÍ	-	
	INFRAESTRUCTURA Y CALIDAD DE VIDA	Población residente en	SÍ	-	-	SÍ	SÍ	SÍ	-	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	-	
		Población residente en AII	SÍ	-	-	SÍ	SÍ	SÍ	-	SÍ	SÍ	SÍ	-	SÍ	-	
		Ciudadanos y usuarios	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	-	-	-	SÍ	SÍ	SÍ	-	SÍ	-	

(Fuente: Elaboración propia)



10.5. Valoración de impactos ambientales

Sobre la matriz multicriterio se resume la valoración de cada impacto.

Se utiliza el Modelo de Valoración semicuantitativa de IA propuesto por el Dr. Ingeniero Agrónomo Vicente Conesa Fernández en el libro “Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental”, el cual se detalla en la imagen a continuación:

Tabla 28: Valoración de IA

Naturaleza (Signo)		Intensidad (I)	
Beneficioso	+	Baja	1
Perjudicial	-	Media	2
		Alta	3
		Muy alta	8
		Total	12
Extensión (EX)		Momento (MO)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	8
Crítica	12		
Persistencia (PE)		Reversibilidad (RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
Sinergia (SI)		Acumulación (AC)	
Sin sinergismo	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
Efecto (EF)		Periodicidad (PR)	
Indirecto	1	Irregular	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
Recuperabilidad (MC)		$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$	
Recuperable inmediato	1		
Recuperable	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

Escala de ponderación de los IA:

Negativos	Valor	Positivos
Irrelevante	13 a 25	Irrelevante
Moderado	26 a 50	Moderado
Severo	51 a 75	Alto
Crítico	76 a 100	Muy alto

(Fuente: elaboración propia).



Tabla 29: Matriz de valoración de IA.

MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES														
Medio / Componente Ambiental		Factor Ambiental	Etapas del Proyecto											
			Proyecto	Tareas preliminares		Constructiva						Puesta en servicio	Funcionamiento	
			PRINCIPALES ACCIONES POTENCIALMENTE IMPACTANTES											
			Planificación y Logística	Contratación de trabajadores	Compra de materiales, alquiler de MAQ/VEQ, contratación de servicios	Interrupción y desvío del tránsito, alteración de circulación en vías aledañas	Retiro de paquete estructural de pavimento existente	Retiro de infraestructura vial existente	Excavación y preparación del terreno	Construcción de infraestructura vial	Construcción de estaciones de transferencia	Reconstrucción de pavimentos afectados	Trabajos de arquitectura de paisaje y jardinería en el entorno	Activación de la nueva modalidad y funcionamiento normal de otras vías de comunicación afectadas
MEDIO NATURAL ABIÓTICO O FÍSICO	ATMÓSFERA	Nivel de ruido					-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	
		Emanación de gases					-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	
		Nivel de olores							-23					
		Calidad del Aire					-23	-23	-23	-23	-23	-23		
	AGUA PLUVIAL	Caudal								-19				
		Transporte					-23	-23		-19				
	SUELO	Permeabilidad					-23	-23		-23	-23			
		Morfología							-23					
		Composición							-23	-23				
	PAISAJE	Estructura de estratos superiores					-23	-23		-23	-23			
Calidad visual						-23	-23		-23	-23	-23			
MEDIO ANTROPÓICO	SOCIO-ECONÓMICO	Nivel de empleo PEA	54	54								55	25	
		Actividades comerciales en AII			54	-19				-23	-23	-23	55	
	VIAL	Volumen vehicular y					-31	-23	-23		-23	-23	55	
		Acceso a viviendas					-28	-23	-23					
	POBLACIÓN ALEDAÑA	Actividades diarias y/o					-31	-23	-23		-23	-23	55	
		Calidad								-19	-19	-19	55	
	INFRAESTRUCTURA Y SERVICIO	Población residente en	55				-31	-23	-23		-23	-23	-23	55
		Población residente en AII	55				-28	-23	-23		-23	-23	55	
Ciudadanos y usuarios		55	54	54		-28				-23	-23	55		

(Fuente: Elaboración propia)



10.6. Medidas de mitigación

En función de los impactos negativos con mayor influencia, determinados mediante la matriz multicriterio en la sección anterior, se plantean las siguientes medidas para corregir y minimizar los mismos.

- Control del correcto estado de mantenimiento y funcionamiento de los equipos y maquinarias pesadas, para disminuir el nivel de vibración que puedan llegar a ocasionar en malas condiciones, así como también la emanación de gases por partes obstruidas o desgastadas, y verificar el estricto cumplimiento de las normas de tránsito vigentes, en particular la velocidad de desplazamiento de los vehículos.
- Supervisar y planificar los horarios de trabajo de maquinarias, con el objetivo de no entorpecer la circulación de vehículos en las inmediaciones de la obra y no generar vibraciones y molestias sonoras en el ambiente de las áreas pobladas aledañas intentando alterar lo menos posible la calidad de vida de la población circundante.
- Confección de un cronograma de tareas con el fin de obstaculizar lo menos posible el tránsito minimizando de esta manera las afectaciones al sistema vial.
- Reducir y tratar de evitar el uso de máquinas que producen niveles altos de ruidos (motoniveladora y máquina compactadora) simultáneamente con la carga y transporte de camiones, debiéndose alternar dichas tareas dentro del área de trabajo.

Además, se propone la implementación de programas de Gestión Ambiental para garantizar el adecuado manejo de los recursos afectados durante la ejecución de la obra.

Programa de Monitoreo Ambiental con:

- Estudio de Suelo
- Estudio del agua
- Estudio de ruidos
- Estudio de vibraciones
- Estudios de la calidad del aire ambiental
- Programa de gestión de mantenimiento y reparación de maquinarias.
- Programa de movimiento de especies arbóreas.
- Programa de contingencias ambientales.
- Programa de planificación y gestión de Obra
- Programa de gestión de residuos.
- Programa de cierre de obra.



10.7. Conclusiones

Al momento de realizar la matriz de ponderación, se advierte que, al calcular los valores para determinar los distintos niveles de afectación, en la mayoría de los casos se aplica la subjetividad del que lo esté realizando. Sobre esto, quizás influye también, la experticia y, con el tiempo, se logrará distinguir con mayor precisión la influencia de cada factor.

La realización de estos tipos de matrices que correlacionan tanto los factores ambientales como las acciones dentro de la obra, ayudan a visualizar qué aspectos resultan más relevantes de evaluar y cuáles tienen mayor intervención en el medio circundante. Teniendo estos aspectos en cuenta, se puede identificar fácilmente qué planes de mitigación deben aplicarse y qué programas deberían incluirse dentro de la PGAYs (Planificación de Gestión Ambiental y Social).

Por lo tanto, la matriz realizada da una idea global de cómo el proyecto influye en la sociedad y el medio natural en que está inmerso. Particularmente, analizando la matriz de doble entrada, se puede observar que la etapa constructiva es la que involucra más factores negativos, esto se debe a que es la parte de la obra donde más interacción hay con el medio circundante. Una vez finalizada la obra y puesta en funcionamiento, los impactos de la misma son positivos ya que implica una mejora en la conexión, no solo de dos ciudades, sino de un conglomerado, mejorando la accesibilidad al transporte público de los habitantes de la zona afectada y generando una integración de ellos con el territorio.



Capítulo XI: **CONCLUSIONES**



Habiendo trabajado sobre las distintas etapas que incluye un Proyecto Ingenieril, se logra una mirada integral de la problemática vigente, de la situación actual de la conexión del Gran Santa Fe y de cómo ésta fue desarrollándose a través del tiempo.

¿Qué entendemos como una conexión eficiente? La conexión del territorio no está sujeto a la mera existencia de vías de comunicación y de servicios de transporte, sino que el funcionamiento de este sistema debe ser eficaz, accesible para todos los habitantes y sostenible desde el punto de vista económico, técnico, social y ambiental.

La población del Gran Santa Fe sigue creciendo y expandiéndose más allá de los límites de la propia ciudad de Santa Fe y Santo Tomé. Hoy en día son muchas las familias que por razones económicas, decisiones personales o condiciones externas deciden asentarse en zonas periféricas. En este sentido, la comunicación entre los distintos asentamientos se vuelve necesaria y fundamental, ya que de lo contrario se caería una conformación urbana disgregada y en una suerte de exclusión de determinados sectores territoriales y de quienes allí viven.

El conglomerado urbano Santa Fe – Santo Tomé tiene una población cercana a los 500.000 habitantes, existiendo una fuerte vinculación laboral, comercial y social entre ambas ciudades. Una de las particularidades es que las mismas, se encuentran separadas por el Río Salado y vinculadas entre sí por dos uniones viales: el Puente sobre la Autopista Brigadier López, caracterizado por la circulación de transporte pesado e interjurisdiccional y el Puente Carretero, que absorbe el tránsito local y pendular, con un flujo diario superior a los 34.000 vehículos por sentido.

Este último se encuentra en situación de colapso desde abril del presente año, generando perjuicios para los usuarios que lo transitan, debido a las pérdidas de tiempo que ocasiona ya que para acceder desde el centro de Santo Tomé al centro de Santa Fe se deben recorrer casi 10 km más.

El vínculo entre ambas ciudades por medio del Transporte Público de Pasajeros (TPP), se realiza exclusivamente por colectivo, que está sujeto a las complicaciones del tránsito y que durante un período del presente año estuvo inhabilitado.

Por tal motivo, en este proyecto, se analiza la posibilidad de incorporar un nuevo modo de transporte, utilizando para ello la infraestructura ferroviaria existente (que vincula ambas ciudades) que en la actualidad se encuentra con escasa utilización y a partir de la ejecución del plan circunvalar quedará en desuso.

En principio se analizó la factibilidad técnica, y posteriormente se llevó a cabo un estudio de factibilidad económica, teniendo en cuenta que los modos de transporte guiados son sustentables económicamente a partir de demandas elevadas.

Con relación a los costos de ejecución, necesariamente deben ser asumidos por el Estado (nacional, provincial o municipal), ya que representa el mayor desembolso económico. Se han citado ejemplos de trenes de pasajeros en servicio en nuestro país y más allá de las particularidades y el fin de cada uno, el rol del Estado es fundamental en todos los casos.



En este proyecto final al proponer un servicio público las tarifas deben estar en relación con la tarifa del transporte público carretero que funciona en la actualidad.

Creemos que desde la Ingeniería Civil es necesario resolver las situaciones coyunturales como así también prever los escenarios futuros para que las soluciones no queden obsoletas en un corto plazo y puedan ser fácilmente modificadas o complementadas según la necesidad del momento.

Es fundamental que la solución de turno no se convierta en un impedimento u obstáculo para otras soluciones necesarias en un futuro y que no genere inconvenientes a largo plazo.

11.1. Oportunidades que deja abiertas el proyecto

Este proyecto se desarrolla en un contexto en el cual las premisas que se llevan adelante desde las Municipalidades intervinientes y desde la Provincia de Santa Fe impulsan ordenamientos urbanos basados en la integración territorial y social, en la generación de áreas interconectadas y en un desarrollo sustentable de las ciudades, fomentando el desarrollo y el uso de los sistemas de Transporte Público de Pasajeros y la desincentivación de los vehículos particulares.

La alternativa que se desarrolla es susceptible de ser continuada en caso de requerirse, pudiendo extender la traza del tren proyectado por el mismo corredor hacia el este de la ciudad, en donde podría conectarse con el resto de las líneas de colectivos urbanos de la Ciudad de Santa Fe y también con colectivos que hacen recorridos de media distancia, como, por ejemplo: Kieffer, Monte Vera, Laguna Paiva e incluso los colectivos de la empresa ETACER que vinculan Santa Fe con Paraná. Además, de completarse la obra y ponerse en marcha el tren Santa Fe-Laguna Paiva, también sería una coordinación interesante de analizar como posible futuro de crecimiento del proyecto que aquí fue planteado.



UTN * SANTA FE

INGENIERÍA CIVIL PROYECTO FINAL DE CARRERA

Capítulo XII: REFERENCIAS

2024



“La estación del ferrocarril Santa Fe y la configuración de un espacio urbano diverso” (2012).
Revista AREA N°18 UBA-FADU. Autora: María Alejandra Saus.

Manual Integral de Vías, Nuevo Central S.A. (2014).

Ley Provincial N° 13532 “Creación de Áreas Metropolitanas” (2016).



UTN * SANTA FE

INGENIERÍA CIVIL PROYECTO FINAL DE CARRERA

Capítulo XIII: **BIBLIOGRAFÍA**

2024



13.1. Noticias de interés

https://www.ellitoral.com/area-metropolitana/terrenos-ferroviarios-usurpados-vacantes-ferrocarril-santa-fe-circunvalar-tren-baldio-ocupacion_0_ANITa0yNv1.html

<https://www.unosantafe.com.ar/santa-fe/que-hacer-los-terrenos-del-ferrocarril-evitar-las-usurpaciones-y-que-no-lo-decida-buenos-aires-n10053643.html>

<https://www.redalyc.org/journal/3692/369236774002/html/>

<https://www.airedesantafe.com.ar/santa-fe/una-nueva-grieta-el-puente-carretero-n585288>

https://www.ellitoral.com/area-metropolitana/dificultades-movilizarse-ciudad-santa-fe-proyectos-municipio_0_YZX1nhGPmX.html

<https://santafenoticias.com.ar/santa-fe/santa-fe-crisis-en-el-transporte-publico-y-desafios-para-la-gestion-municipal.htm>

<https://www.unosantafe.com.ar/santa-fe/los-problemas-el-transporte-raiz-las-calles-intransitables-n2088733.html>

https://www.cadena3.com/noticia/juntos/por-tercer-dia-consecutivo-descarrilo-el-tren-en-santa-fe_222704

<https://www.unosantafe.com.ar/el-tren-urbano-volvio-funcionar-esta-semana-y-hoy-protagonizo-un-accidente-n2040040.html>

<https://www.lt9.com.ar/13560-por-tercer-dia-descarrilo-un-tren-del-belgrano-cargas-en-barrio-candioti>

<https://www.argentina.gob.ar/noticias/circunvalacion-santa-fe-la-obra-estrategica-que-permitira-reducir-8-horas-el-recorrido-de>

https://www.ellitoral.com/area-metropolitana/circunvalar-santa-fe-ferrocarril-tren-saqueo-ciudad-cruce-paso-nivel-obra-publica-nacion-provincia-ciudad_0_uRGnHFfnJH.html

<https://www.airedesantafe.com.ar/santa-fe/puente-carretero-santa-fe-santo-tome-se-agranda-la-grieta-y-vialidad-nacional-aun-no-comienza-los-trabajos-n582534>

<https://www.airedesantafe.com.ar/politica/reparacion-del-puente-carretero-santa-fe-santo-tome-los-trabajados-demandaran-tres-cinco-meses-n584544>

<https://santafenoticias.gob.ar/en-busca-de-financiamiento-para-proyectos-urbanos-poletti-se-reunio-con-organismos-internacionales/>

<https://www.archdaily.cl/cl/790263/3-prototipos-de-paraderos-de-buses-que-favorecen-la-movilidad-sustentable>



<https://elcomercio.pe/lima/transporte/los-carriles-exclusivos-para-corredores-bajo-el-analisis-del-ingeniero-vial-david-fairlie-notepases-noticia/?ref=ecr>

https://eldefinido.cl/actualidad/mundo/1762/Las_calles_Como_hacerlas_para_y_DE_la_gente/

[Estudios de movilidad - Matrices O-D](#)

[TPP en la ciudad de Santa Fe. Análisis de EFICIENCIA](#)

[Terrenos desafectados - oportunidad urbana](#)

<https://www.airedesantafe.com.ar/santa-fe/se-agranda-la-grieta-del-puente-carretero-santa-fe-santo-tome-y-aun-no-hay-fecha-inicio-los-trabajos-n582292>

<https://www.memo.com.ar/hechos/tren-jujuy-china/>

<https://espanol.cgtn.com/news/2023-06-07/1666294436630380545/index.html>

<https://www.sateliteferroviario.com.ar/horarios/index.htm>

13.2. Estudios y proyectos consultados

Proyecto Final de Carrera: “Implementación de metro de superficie entre las ciudades de Santa Fe y Santo Tomé” (2010). Santa Fe, Argentina. Autores: Lucio A. Carnevalle, Luis A. Dergal.

“Obtención de matrices origen-destino del transporte público de pasajeros en función de datos georreferenciados del sistema único de boleto electrónico (SUBE)”. Grupo CETRAM, UTN-frsf, Santa Fe, Argentina. Autores: Ing. Raúl Andrés Hurani, Ing. Diego Oscar Pereyra, Ing. Luciano José Marani.

“La estación del ferrocarril Santa Fe y la configuración de un espacio urbano diverso” (2012). Revista AREA N°18 UBA-FADU. Autora: María Alejandra Saus.

“Atlas del Ferrocarril Belgrano” (2022). Ediciones UNL Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argetina. Autores: María Alejandra Saus, Andrés Aguirre, Julián Rolé.

“Ferrocarril y mercado de tierras. Fugaz expectativa inmobiliaria para el suroeste de la ciudad de Santa Fe” (2012). Santa Fe, Argentina. Autora: María Alejandra Saus.

“El ferrocarril en Santa Fe y su relación con el puerto” (2016), Congreso Historia ferroviaria. Autores: Eva Casco, Eduardo Donnet, Fernando Imaz.

13.3. Información técnica, leyes y normativas consultadas

[Locomotoras Tangshan](#)

Ley Provincial N° 13532 “Creación de Áreas Metropolitanas” (2016).



Normativa Nacional de Vía y Obra de Ferrocarriles Argentinos [Normas de Vía y Obra](#).

Manual Integral de Vías, Nuevo Central S.A. (2014).

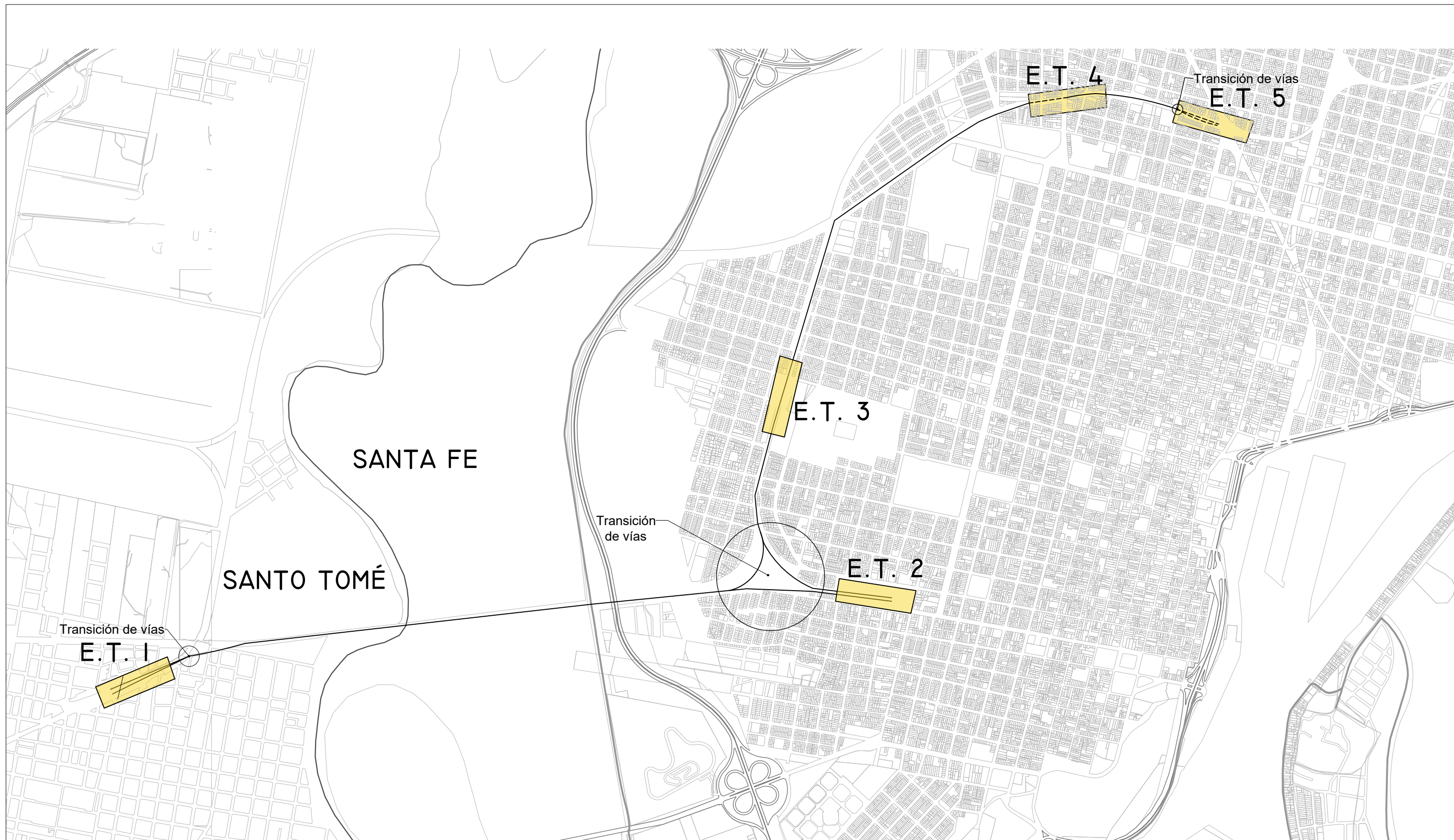


UTN * SANTA FE

INGENIERÍA CIVIL PROYECTO FINAL DE CARRERA

Capítulo XIV: PLANIMETRÍA

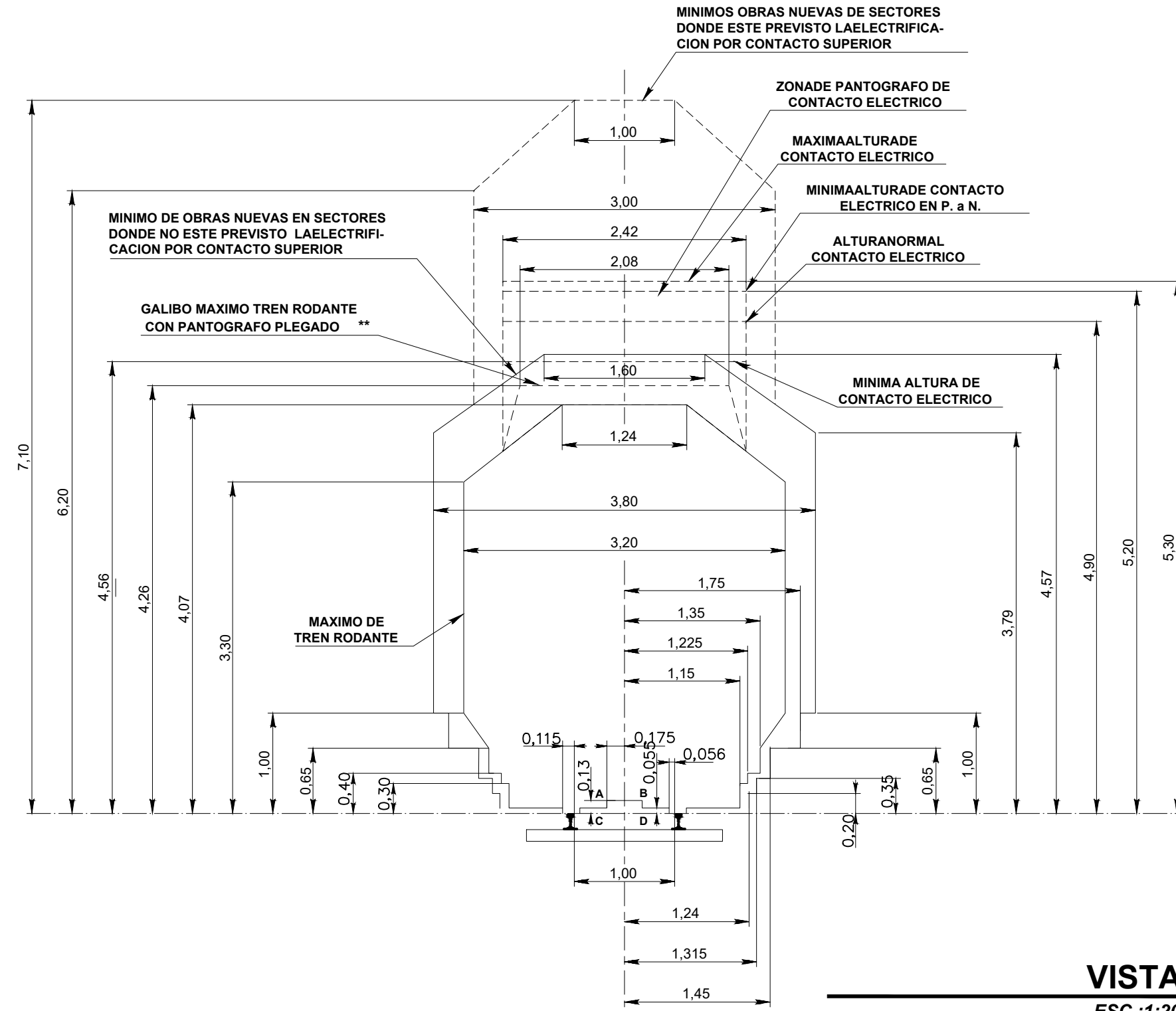
2024



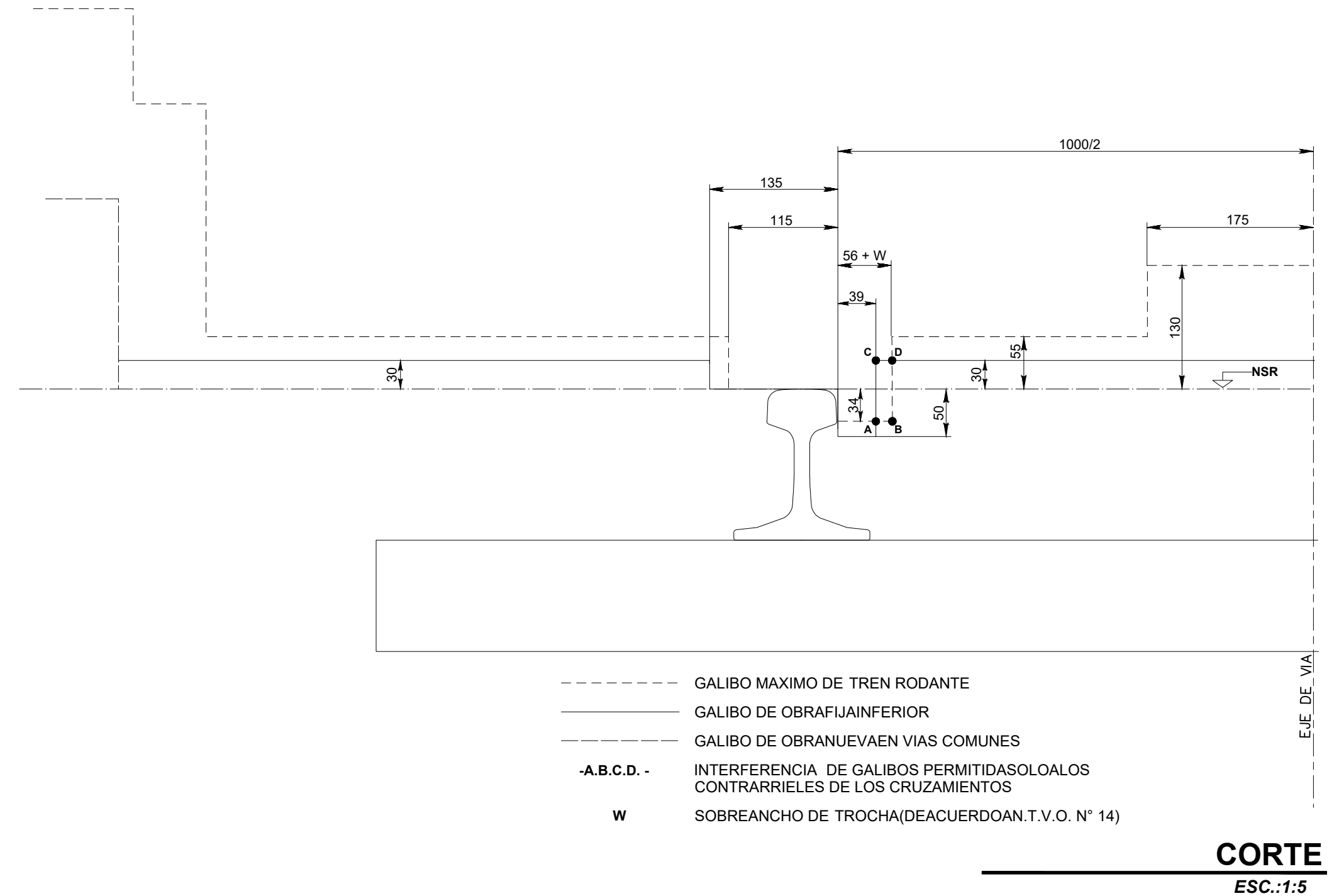
Referencias	
E.T 1	Estación de Transferencia Santo Tomé
E.T 2	Estación de Transferencia Mitre
E.T 3	Estación de Transferencia Hospital de Niños
E.T 4	Estación de Transferencia López y Planes
E.T 5	Estación de Transferencia Facundo Zuviria
—	Estructura de vía tradicional
- - - - -	Estructura de vía sobre losa

<h2>PROYECTO FINAL DE CARRERA</h2> <h3>Mejora en la interconexión del Gran Santa Fe</h3>				
Alumnos:	Docentes:	 Proyecto Integrador - 2024	ID:	Hoja:
Álvarez Galván, L. De Mattia, A.	Acuña, J.P. Maggi, O. Ramb, H.		Plano de Ubicación del Proyecto Esc: S/E	1/9

GÁLIBO SUPERIOR REGLAMENTARIO



GÁLIBO INFERIOR REGLAMENTARIO

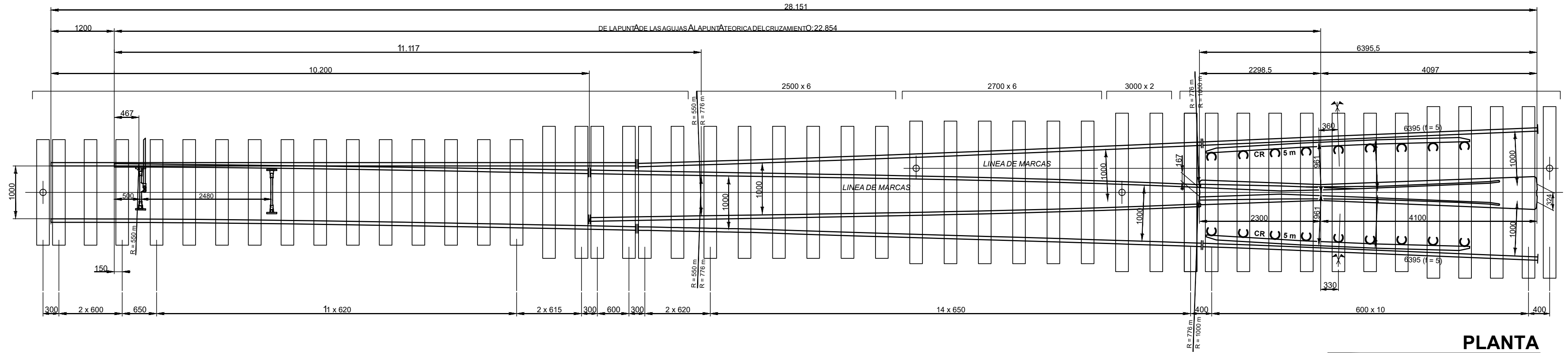


PROYECTO FINAL DE CARRERA Mejora en la interconexión del Gran Santa Fe

Alumnos:	Docentes:	 Proyecto Integrador - 2024	ID:	Hoja:
Álvarez Galván, L. De Mattia, A.	Acuña, J.P. Maggi, O. Ramb, H.		Gálibo reglamentario	2/9
			Esc:	

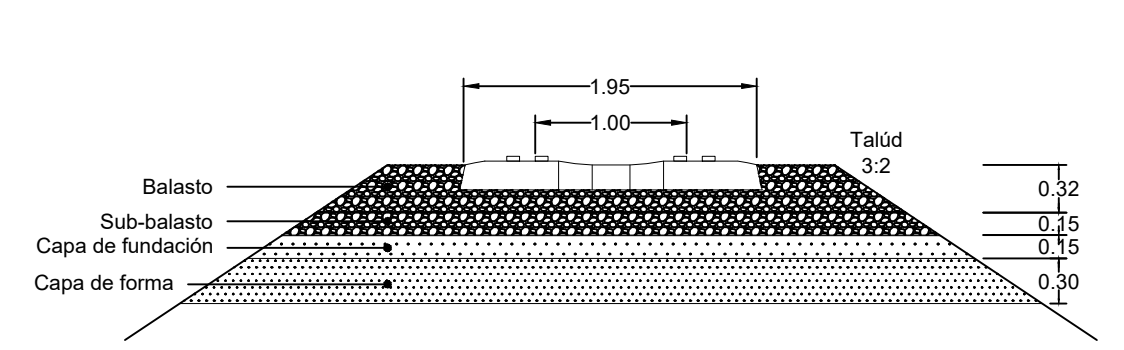
DETALLE DE TRANSICIÓN DE VÍAS - ESTR. TRADICIONAL

NOTA
Cotas expresadas en milímetros. Radios de giro en metros.

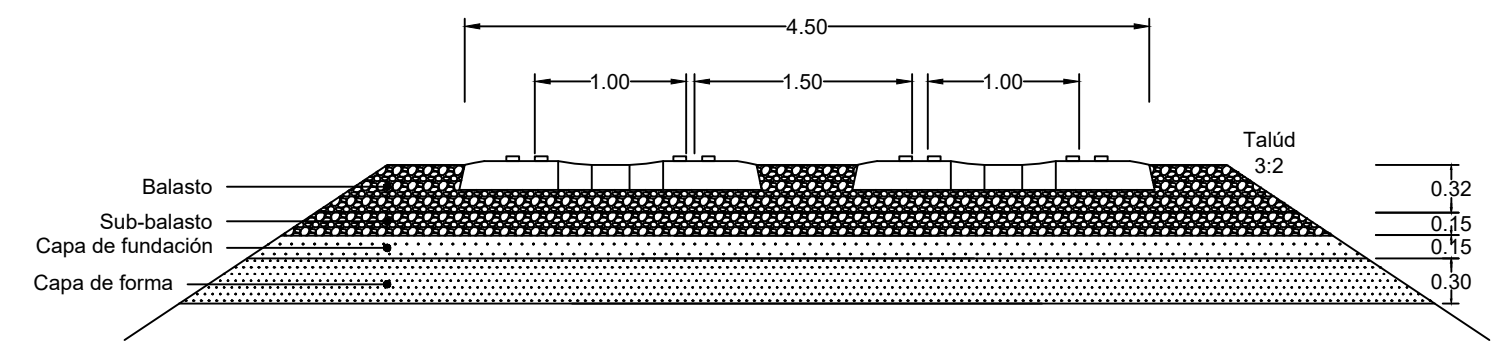


PLANTA
ESC.:1:20

PERFIL TRANSVERSAL DE VÍA SIMPLE Y DOBLE - ESTR. TRADICIONAL



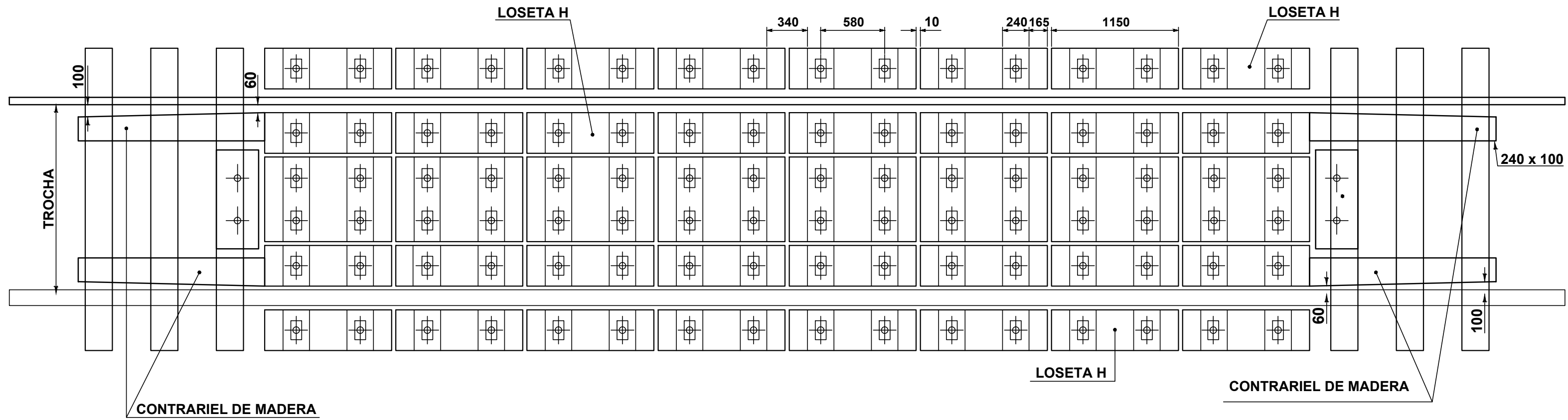
CORTE
ESC.:1:20



CORTE
ESC.:1:20

PROYECTO FINAL DE CARRERA				
Mejora en la interconexión del Gran Santa Fe				
Alumnos:	Docentes:	 Proyecto Integrador - 2024	ID:	Hoja:
Álvarez Galván, L. De Mattia, A.	Acuña, J.P. Maggi, O. Ramb, H.		Detalles vía estructura tradicional Esc: 1:20	3/9

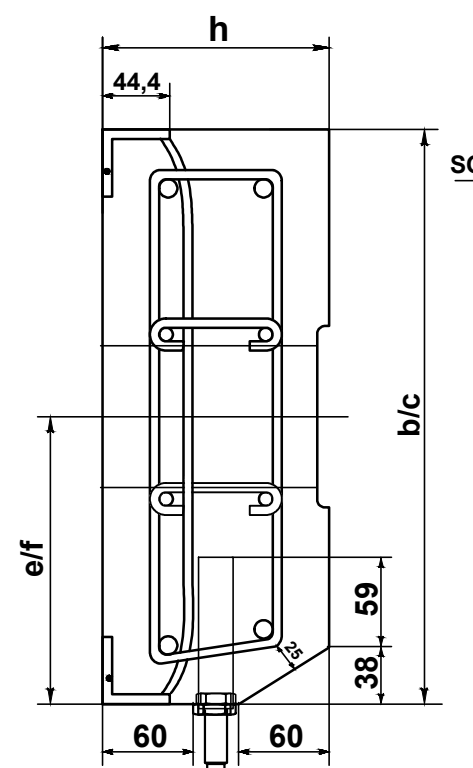
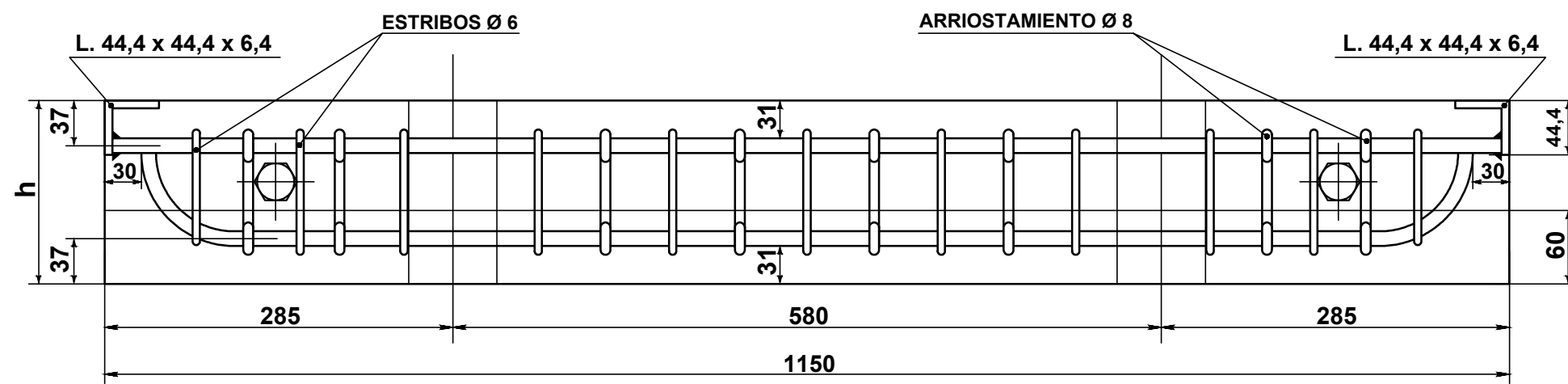
PASO A NIVEL CON LOSETAS TIPO H DE H° A°



PLANTA

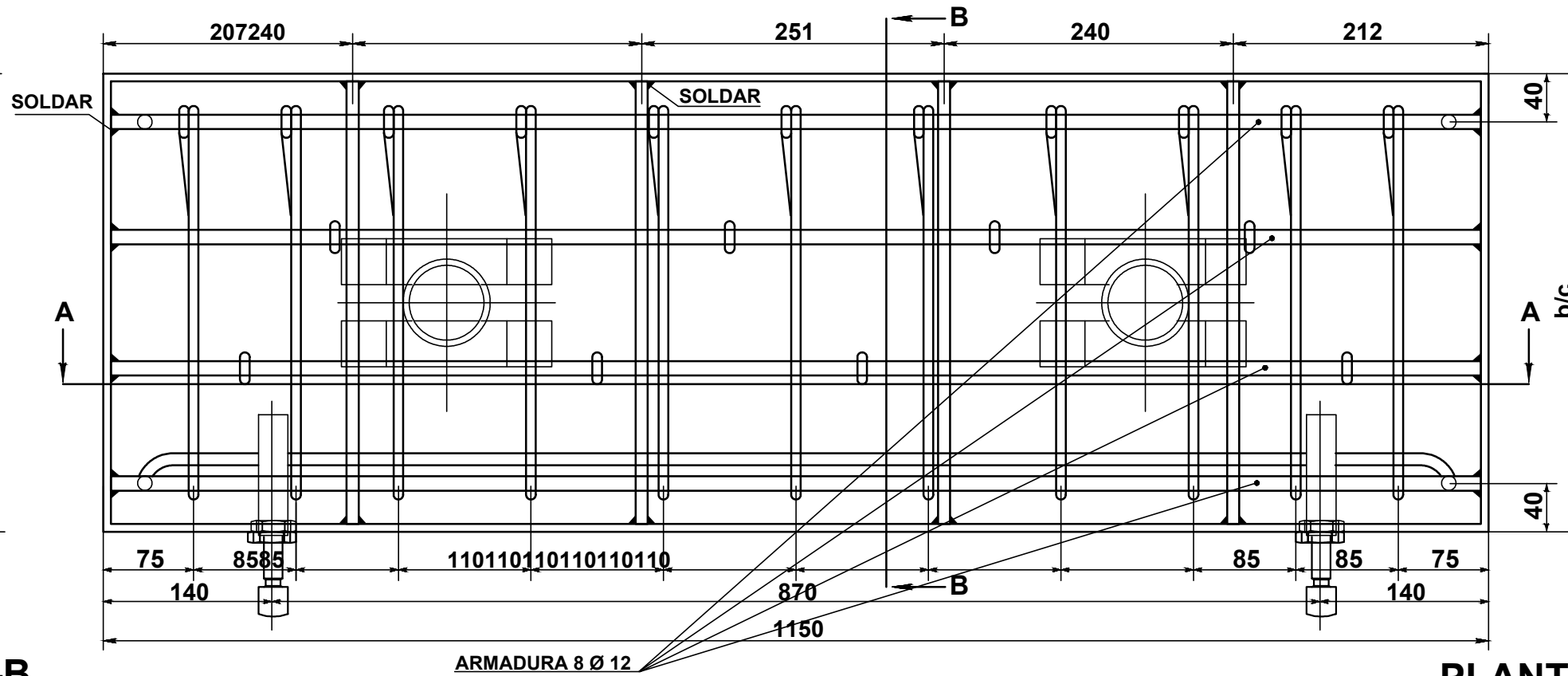
ESC.: S/E

DETALLE LOSETA TIPO H



CORTE B-B

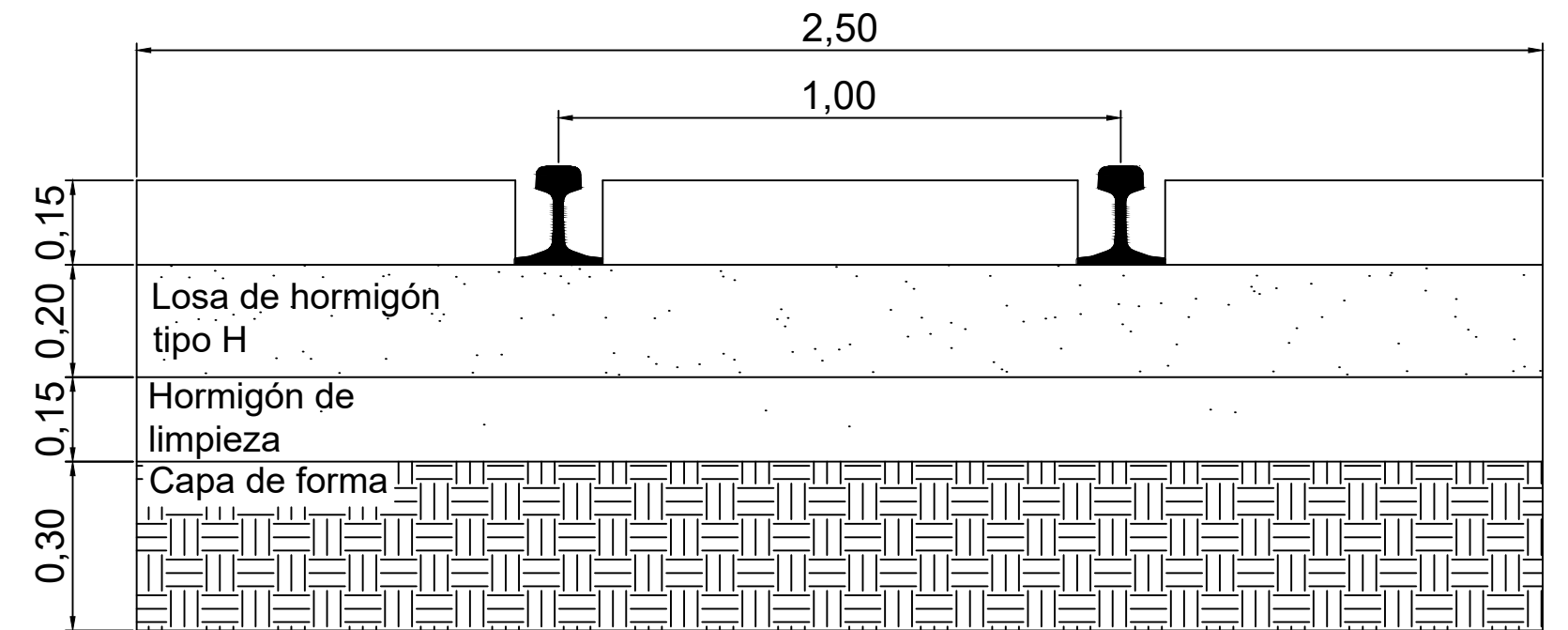
ESC.: 1:5



PLANTA

ESC.: 1:5

PERFIL TRANSVERSAL VÍA SOBRE LOSA



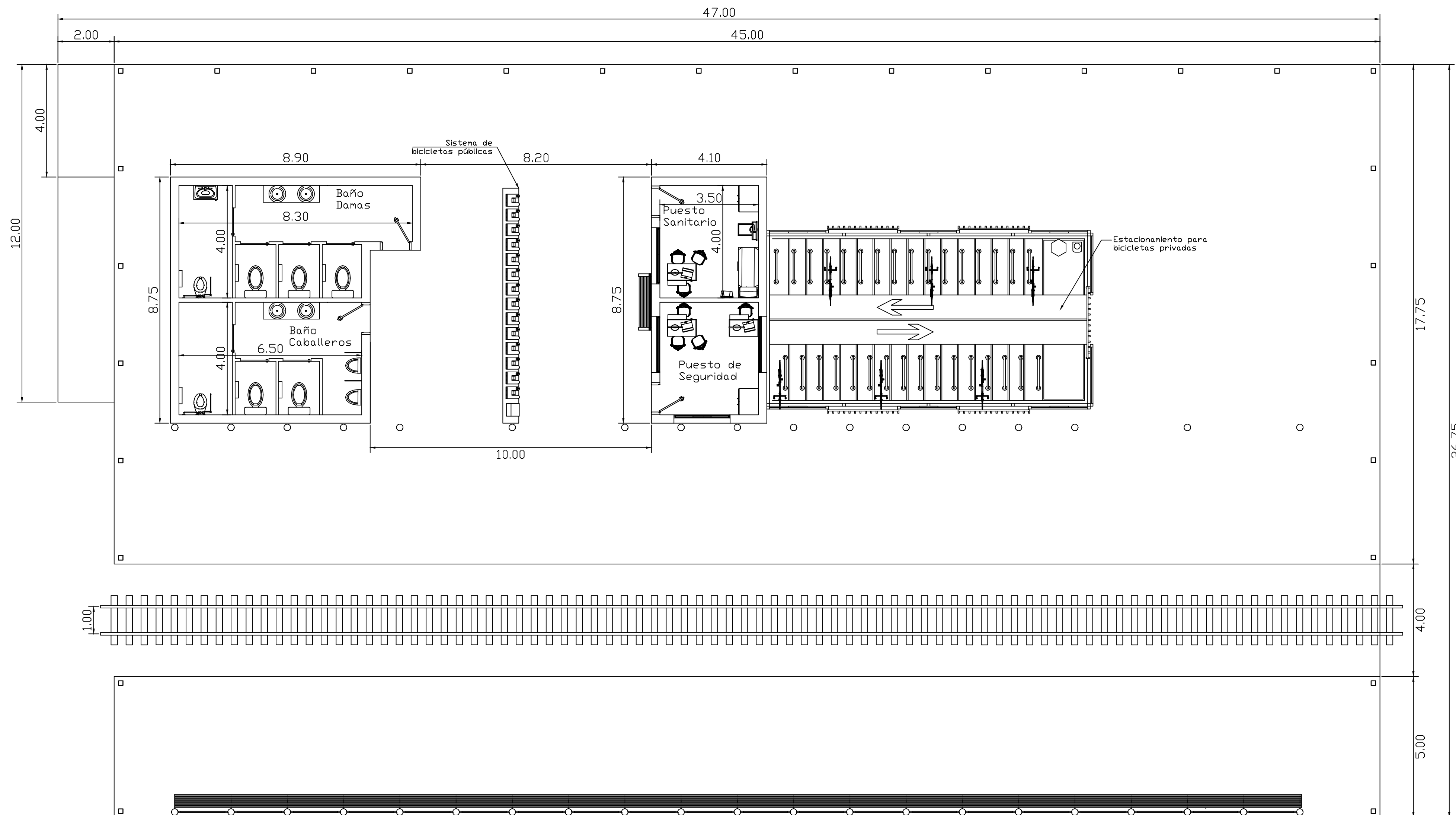
CORTE

ESC.: 1:20

PROYECTO FINAL DE CARRERA Mejora en la interconexión del Gran Santa Fe

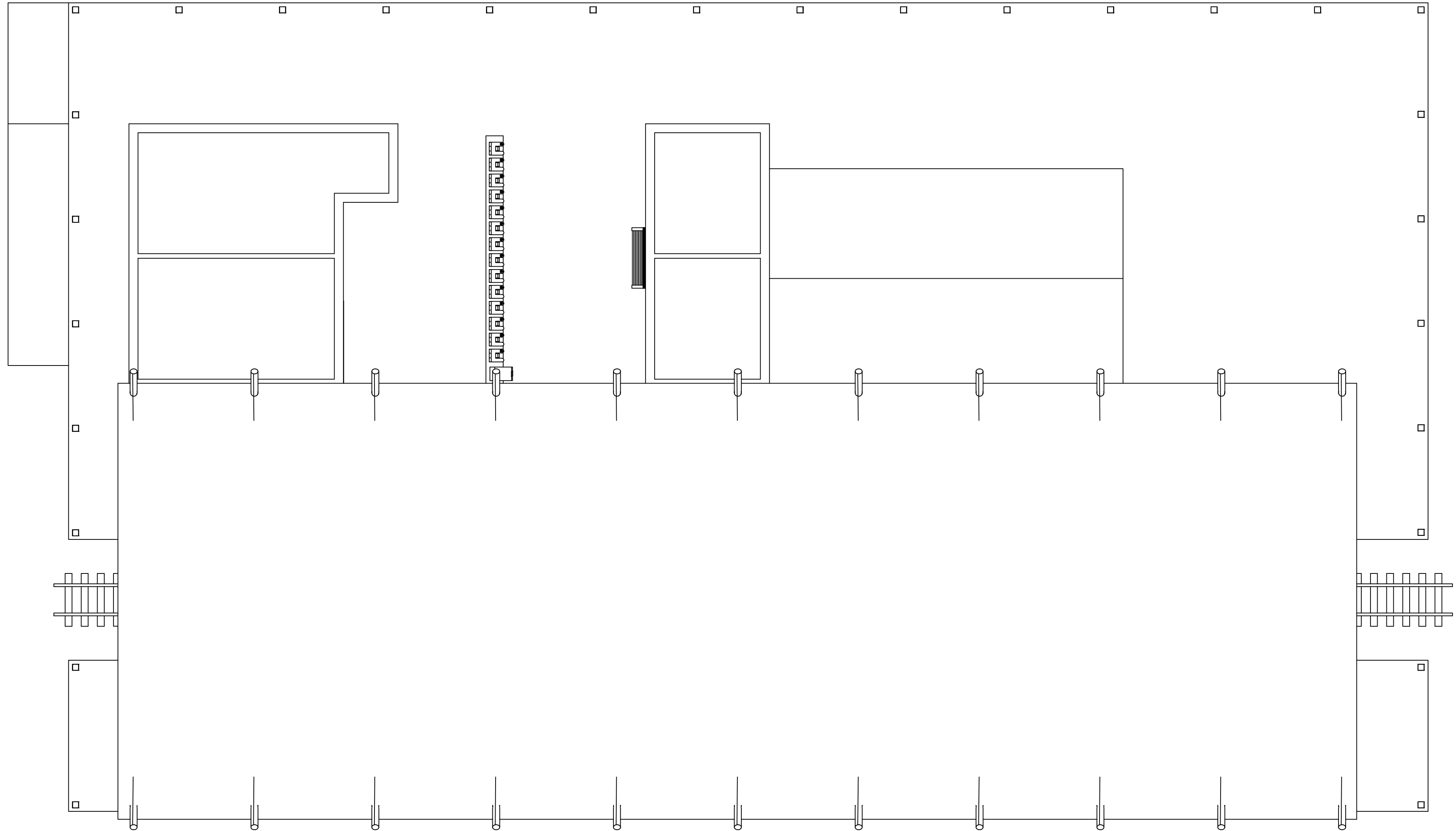
Alumnos:	Docentes:		ID:	Hoja:
Álvarez Galván, L. De Mattia, A.	Acuña, J.P. Maggi, O. Ramb, H.		Detalles vía sobre losa Esc:	4/9

Proyecto Integrador - 2024



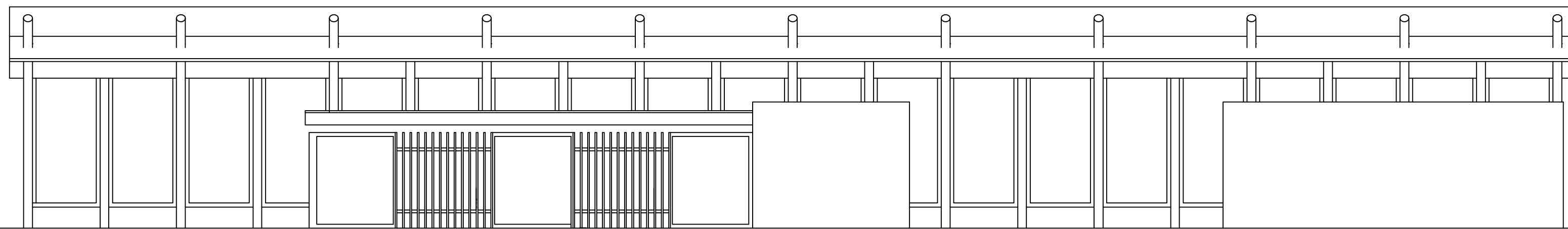
Planta Baja - Esc.: 1/100

PROYECTO FINAL DE CARRERA				
Mejora en la interconexión del Gran Santa Fe				
Alumnos:	Docentes:	 Proyecto Integrador - 2024	ID:	Hoja:
Álvarez	Acuña, J.P.		Estaciones de	5/9
Galván, L.	Maggi, O.		transferencia	
De Mattia, A.	Ramb, H.		Esc: 1:100	

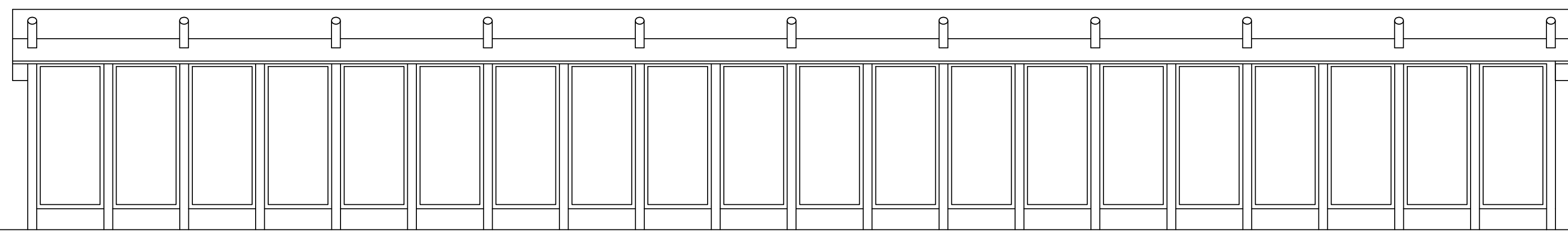


Planta de Techos - Esc.: 1/100

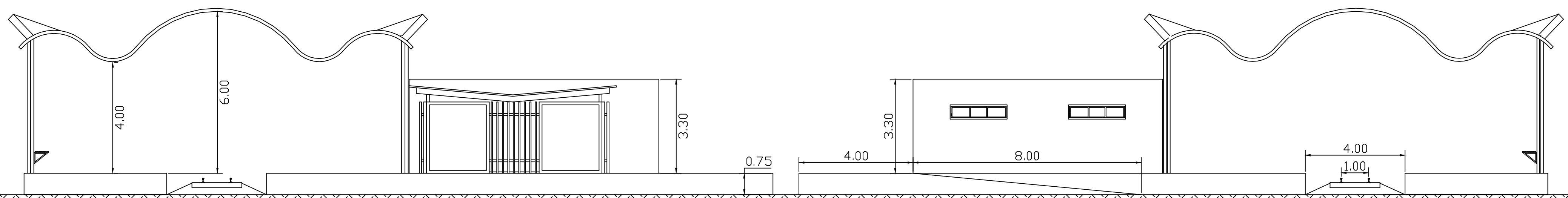
PROYECTO FINAL DE CARRERA				
Mejora en la interconexión del Gran Santa Fe				
Alumnos:	Docentes:	 Proyecto Integrador - 2024	ID:	Hoja:
Álvarez	Acuña, J.P.		Estaciones de	6/9
Galván, L.	Maggi, O.		transferencia	
De Mattia, A.	Ramb, H.		Esc: 1:100	



Fachada 1 - Esc.: 1/100



Fachada 2 - Esc.: 1/100



Fachada 3 - Esc.: 1/100

Fachada 4 - Esc.: 1/100

PROYECTO FINAL DE CARRERA				
Mejora en la interconexión del Gran Santa Fe				
Alumnos:	Docentes:	 Proyecto Integrador - 2024	ID:	Hoja:
Álvarez	Acuña, J.P.		Estaciones de	7/9
Galván, L.	Maggi, O.		transferencia	
De Mattia, A.	Ramb, H.		Esc: 1:100	



PROYECTO FINAL DE CARRERA

Mejora en la interconexión del Gran Santa Fe

Alumnos:

Álvarez
Galván, L.
De Mattia, A.

Docentes:

Acuña, J.P.
Maggi, O.
Ramb, H.

UTN * SANTA FE
Proyecto Integrador - 2024

ID:

Estaciones de
transferencia

Esc: S/E

Hoja:

8/9



PROYECTO FINAL DE CARRERA

Mejora en la interconexión del Gran Santa Fe

Alumnos:

Álvarez
Galván, L.
De Mattia, A.

Docentes:

Acuña, J.P.
Maggi, O.
Ramb, H.

UTN * SANTA FE
Proyecto Integrador - 2024

ID:

Estaciones de
transferencia

Esc: S/E

Hoja:

9/9



UTN * SANTA FE

INGENIERÍA CIVIL PROYECTO FINAL DE CARRERA

ANEXO

2024

Relevamiento fotográfico en Santo Tomé:



Figura 130: Predio de implantación de la Estación de Transferencia 1.

(Fuente: Elaboración propia)



Figura 131: Situación actual vía del Plan Circunvalar en Santo Tomé.

(Fuente: Elaboración propia)



Figura 132: Situación actual vía del Plan Circunvalar en Santo Tomé.

(Fuente: Elaboración propia)



Figura 133: Situación actual del Puente ferroviario Santo Tomé-Santa Fe.

(Fuente: Elaboración propia)

Relevamiento fotográfico en Santa Fe:



Figura 134: Predio de inserción de la Estación de Transferencia Facundo Zuviría.

(Fuente: Elaboración propia)