



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

# TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

---

ESTUDIO SOBRE LA VIABILIDAD DE UNA LÍNEA DE TRANVÍA  
EN LA CIUDAD DE SAN JUAN, ARGENTINA

---

*Presentado por*

Orduña Jimenez, Andrés Esteban

---

*Para la obtención del*

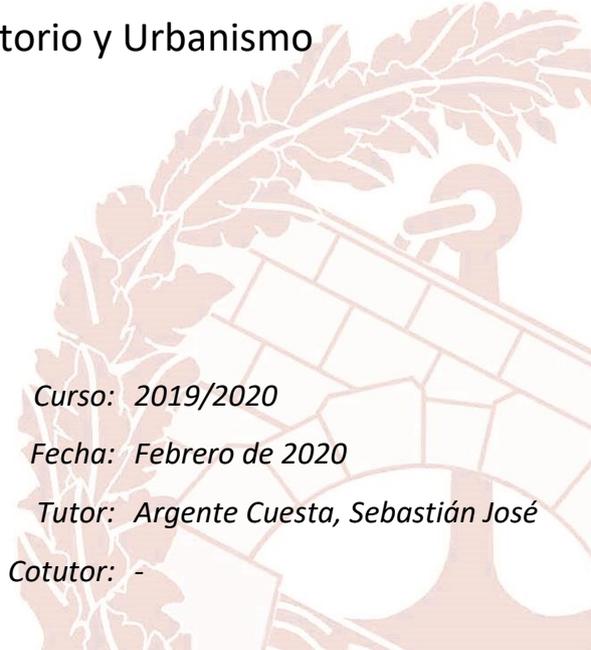
Máster Universitario en Transporte, Territorio y Urbanismo

*Curso: 2019/2020*

*Fecha: Febrero de 2020*

*Tutor: Argente Cuesta, Sebastián José*

*Cotutor: -*



**“ESTUDIO SOBRE LA VIABILIDAD DE UNA LÍNEA DE TRANVÍA EN  
LA CIUDAD DE SAN JUAN, ARGENTINA”**

A mi hermano Leandro, futuro ingeniero civil, para que el camino del profesional honesto y la senda de la superación lo acompañen siempre.

## **AGRADECIMIENTOS**

Es de mi más profundo deseo agradecer por su colaboración y apoyo a:

- Programa Bec.ar del Ministerio de Educación de la Nación Argentina.
- Ing. Sebastián José Argente Cuesta.
- Ing. Ricardo Insa Franco.
- Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universitat Politècnica de València, todo su cuerpo docente y personal.
- Mis padres, Carlos y María.
- Mis hermanos, Victoria y Leandro.
- Amigos, compañeros y afectos.
- Todos aquellos que en la cercanía o distancia me acompañaron en este proceso.

## RESUMEN

En el presente estudio se desarrolla una opción de mejora de la movilidad urbana de la Ciudad de San Juan, Argentina. Concretamente, se planea y se establecen las bases para la implementación de una línea de tranvía que brinde un sistema de transporte público y masivo, de calidad, seguro y responsable con el medio ambiente. Para su elaboración se recurre al análisis de la situación actual de la ciudad en materia de movilidad, para así identificar la problemática y sus factores que perjudican a los desplazamientos a nivel metropolitano.

La propuesta de mejora, basada en una imperiosa necesidad de efectivizar la conectividad este-oeste en la urbe, promover el uso del transporte público y reducir el transporte rodado privado, consiste en una línea de tranvía justificada por la demanda de viajes, su positivo emplazamiento urbanístico, su bajo impacto ambiental y sus claras ventajas frente a competidores.

En el siguiente desarrollo, de características de estudio previo y anteproyecto, se alcanza a elaborar los lineamientos que definen el corredor ferroviario citado optando por el trazado más conveniente, y se definen sus características más representativas como diseño geométrico, configuraciones urbanas de plataforma y estaciones, entre otros. En el presente se brinda una base de trabajo para futuros proyectos exhaustivos en la temática.

**Palabras clave:** Movilidad, Transporte público, Tranvía, Metrópolis, Medio ambiente.

## RESUM

En el present estudi es desenvolupa una opció de millora de la mobilitat urbana de la Ciutat de Sant Joan, l'Argentina. Concretament, es planeja i s'estableixen les bases per a la implementació d'una línia de tramvia que brinde un sistema de transport públic i massiu, de qualitat, assegurança i responsable amb el medi ambient. Per a la seua elaboració es recorre a l'anàlisi de la situació actual de la ciutat en matèria de mobilitat, per a així identificar la problemàtica i els seus factors que perjudiquen els desplaçaments a nivell metropolità.

La proposta de millora, basada en una imperiosa necessitat de \*efectivizar la connectivitat aquest-oest en l'urbs, promoure l'ús del transport públic i reduir el transport rodat privat, consisteix en una línia de tramvia justificada per la demanda de viatges, el seu positiu emplaçament urbanístic, el seu baix impacte ambiental i els seus clars avantatges enfront de competidors.

En el següent desenvolupament, de característiques d'estudi previ i avantprojecte, s'aconsegueix elaborar els \*lineamientos que defineixen el corredor ferroviari citat optant pel traçat més convenient, i es defineixen les seues característiques més representatives com a disseny geomètric, configuracions urbanes de plataforma i estacions, entre altres. En el present es brinda una base de treball per a futurs projectes exhaustius en la temàtica.

**Paraules clau:** Mobilitat, Transport públic, Tramvia, Metròpolis, Medi ambient.

## **ABSTRACT**

This study develops an option to improve urban mobility in the city of San Juan, Argentina. Specifically, it plans and establishes the basis for the implementation of a tram line that provides a public and mass transport system that is quality, safe and environmentally responsible. The project is based on an analysis of the current situation of the city in terms of mobility, in order to identify the problems and factors that affect travel at the metropolitan level.

The proposal for improvement, based on an urgent need to make east-west connectivity in the city effective, promote the use of public transport and reduce private road transport, consists of a tram line justified by the demand for travel, its positive urban location, its low environmental impact and its clear advantages over competitors.

In the following writing, developed as a previous study and preliminary project, are elaborated the guidelines that define the mentioned railway corridor choosing the most convenient route, defining its most representative characteristics such as geometric design, platform and stations urban configurations, etcetera. The present document provides a working basis for future comprehensive projects on the subject.

**Keywords:** Mobility, Public transport, Tramway, Metropolis, Environment

# INDICE GENERAL

1	Información general .....	1
1.1	Introducción.....	1
1.2	Objeto y objetivos del estudio .....	2
1.3	Localización de la zona de estudio .....	3
1.4	Características de la zona de estudio .....	5
1.4.1	Características climáticas y vegetación .....	5
1.4.2	Características hidrológicas e hidrogeológicas.....	7
1.4.3	Características geológicas, geomorfológicas y suelos.....	9
1.4.4	Características socio-económicas.....	11
1.4.5	Sismicidad.....	16
1.5	Antecedentes urbanos de San Juan .....	16
1.6	Antecedentes de transporte público en San Juan .....	25
2	Análisis de la problemática y su solución .....	28
2.1	Planteo de la problemática y sus factores .....	28
2.1.1	Movilidad en la Ciudad del Gran San Juan .....	33
2.1.2	Extensión de la problemática a solucionar .....	46
2.2	Encuestas sobre movilidad en la ciudad .....	46
2.3	Estimación de demanda de viajes .....	61
2.3.1	Estimación según zona de influencia y densidad poblacional.....	62
2.3.2	Estimación según pasajes de autobuses.....	64
2.3.3	Variación horaria y estimación de la demanda punta.....	65
2.3.4	Prognosis de la demanda.....	71
2.4	Adopción y justificación de la solución.....	74
2.4.1	¿Qué es un tranvía? .....	75
2.4.2	Justificación según demanda de viajes .....	76
2.4.3	Ventajas y desventajas .....	77
2.4.4	Antecedentes de tranvías en la región .....	82
2.4.5	Emplazamiento urbanístico .....	86
2.4.6	Factores ambientales .....	87
2.4.7	Impacto esperado .....	89
3	Análisis de las alternativas .....	91
3.1	Generalidades .....	91
3.2	Importancia del corredor .....	91
3.3	Estudio de factores .....	92

3.4	Trazado de alternativas .....	93
3.4.1	Alternativa I .....	94
3.4.2	Alternativa II .....	97
3.4.3	Alternativa III.....	100
3.5	Análisis de alternativas .....	103
3.5.1	Características geométricas .....	103
3.5.2	Puntos de atracción en su zona de influencia .....	104
3.5.3	Puntos de generación de viajes en su zona de influencia .....	105
3.5.4	Viabilidad de emplazamiento urbano.....	105
3.5.5	Oportunidad de modernización y reurbanización.....	110
3.6	Conclusiones.....	112
4	Estudio de la solución adoptada .....	113
4.1	Generalidades .....	113
4.2	Categoría .....	113
4.3	Trazado tentativo .....	113
4.3.1	Trazado en planta .....	116
4.3.2	Trazado en alzado .....	117
4.4	Plataforma, vía, superestructura de vía y material rodante .....	118
4.4.1	Plataforma .....	118
4.4.2	Vía.....	118
4.4.3	Superestructura de vía .....	119
4.4.4	Material rodante .....	120
4.5	Perfiles transversales tipo .....	123
4.6	Estaciones y talleres.....	125
4.6.1	Ubicación y descripción de estaciones .....	125
4.6.2	Andén, marquesina e instalaciones .....	129
4.6.3	Talleres y cocheras .....	130
4.7	Urbanización.....	131
4.8	Electrificación y catenaria .....	132
4.9	Expropiaciones y afectaciones.....	132
4.10	Impacto ambiental y medidas correctoras .....	133
4.10.1	Variables ambientales identificadas.....	133
4.10.2	Afectaciones ambientales.....	135
4.10.3	Medidas correctoras.....	135
4.11	Presupuesto.....	136
5	Conclusiones .....	138
6	Anexo I.....	140

7	Anexo II .....	146
8	Anexo III.....	153
9	Anexo IV.....	155
10	Bibliografía .....	159

---

# CAPÍTULO 1

## 1 Información general

### 1.1 Introducción

La Ciudad de San Juan, ubicada en el centro-oeste de la República Argentina, capital de la provincia homónima y denominada Gran San Juan abarcando su extensión metropolitana de más de medio millón de habitantes, presentó un fuerte crecimiento económico en las últimas dos décadas, producto del desarrollo provincial en materia minera principalmente. Acompañado a este auge monetario devino una evolución demográfica, tanto en aspectos habitacionales como cambios sociales que modificaron la escena de la ciudad.

Concentrando cerca de tres cuartas partes de la población provincial y la mayoría de los centros de actividades y atracción, el Gran San Juan creció a un ritmo agigantado alcanzando en la actualidad una extensión superior a los 140 km<sup>2</sup>. Dicho crecimiento, incompatible con la infraestructura de las características existentes, causó que gran parte de esta, como son hospitales, escuelas, servicios, transporte público, y principalmente vías carreteras, se vieran frente a un gran deterioro y desbordados.

Si bien existen y se desarrollan políticas que intervinieron y actúan en la mejora de la problemática sanjuanina, dichas actuaciones han dejado un tanto de lado la intervención en el núcleo económico-financiero de San Juan, donde tanto el sector privado, como público y población en general continúan recurriendo diariamente para desarrollar sus actividades. De esta manera las vías de comunicación del distrito central, principalmente sus vías de acceso, se han visto altamente demandadas y congestionadas de manera progresiva. Así mismo, esta configuración de centralización de actividades y población que presenta el Gran San Juan, identificado como activador de la problemática territorial y de transporte que se presenta, no ha sido tratado convenientemente.

Pensada como una ciudad moderna e innovadora en su proceso de reconstrucción luego de 1944, la actualidad le demanda una evolución que sobrepasa los límites de su planteamiento de mitad de siglo XX. En muchos aspectos, la Ciudad de San Juan, ha quedado relegada implicando actualmente un arduo trabajo multidisciplinar para hacer frente a su problemática y desarrollo, lo que involucraría profesionales en materias sociales, económicas, técnicas-ingenieriles, urbanísticas y arquitectónicas, entre otros.

Dados los cambios recientes que se han presentado, la provincia se ve ante un desafío de reconsideración de planes, aplicando transformaciones generacionales para lograr estar a la altura de las circunstancias y hacer frente a los nuevos retos. Es así que, para contribuir a una mejora de la situación urbana del Gran San Juan, se propone la implementación de una línea tranviaria que ayude a mejorar las condiciones de movilidad. Centrándose en este último aspecto y en el sistema férreo, se busca brindar una parte de la mejora necesaria en la que se alcance mejores condiciones de servicio y calidad en el transporte de pasajeros e incentivar el desuso del vehículo particular, como así también alcanzar un mejor hábitat ciudadano.

## 1.2 Objeto y objetivos del estudio

El presente Trabajo de Fin de Máster tiene por objeto el estudio de implementación de una línea de tranvía en la Ciudad de San Juan, República Argentina. Dicho estudio pretende analizar algunos de los factores intervinientes en el emplazamiento de dicho sistema de transporte y evaluar su aplicabilidad en la Ciudad de San Juan.

Dada la magnitud y extensión que implicaría desarrollar un proyecto constructivo, el presente estudio se ciñe a un desarrollo con características de estudios previos y de anteproyecto, enfocándose principalmente en la problemática de movilidad que presenta la ciudad y en una propuesta de mejora para la misma.

El estudio presentado centraliza su objeto en aspectos técnicos, ambientales y sociales principalmente, sin incurrir en profundidad en valoraciones y viabilidades económicas.

Los objetivos que se plantean para la realización de este estudio son:

- Identificar la problemática que afecta a la movilidad urbana y metropolitana de la Ciudad de San Juan.
- Adoptar y aportar una propuesta de mejora de movilidad urbana para la ciudad, basada en un sistema tranviario.
- Brindar una propuesta de servicio de transporte público de pasajeros de calidad, accesible e integrador, responsable, seguro y amigable con el medio ambiente, con vistas a una mejor calidad de vida y hábitat de los ciudadanos.
- Ofrecer una propuesta de transporte alternativo al vehículo particular con fines de descomprimir los accesos carreteros, y alternativo al vehículo de explosión en general con fines del cuidado ambiental.
- Justificar la implementación de dicho sistema de transporte en aspectos de demanda de viajes y aspectos urbanísticos-técnicos y ambientales generales.
- Contribuir al desarrollo de soluciones en materia territorial y de transporte que afronta el estado provincial, proponiendo este estudio como complemento y alternativa de mejora a la problemática que el mismo estado identifica.
- Brindar una base para futuros proyectos enmarcados en la temática.

### 1.3 Localización de la zona de estudio

La zona de estudio objetivo del presente se encuentra localizada en la Ciudad de San Juan, Provincia de San Juan, República Argentina. La Provincia de San Juan se ubica en la Región de Cuyo, en el centro-oeste de la Argentina, limitando al sur con las provincias de Mendoza y San Luis, al este con las provincias de San Luis y La Rioja y al oeste con la República de Chile. Ver Figura N° 1 y Figura N° 2.



Figura N° 1 – Ubicación de la provincia de San Juan en la República Argentina.

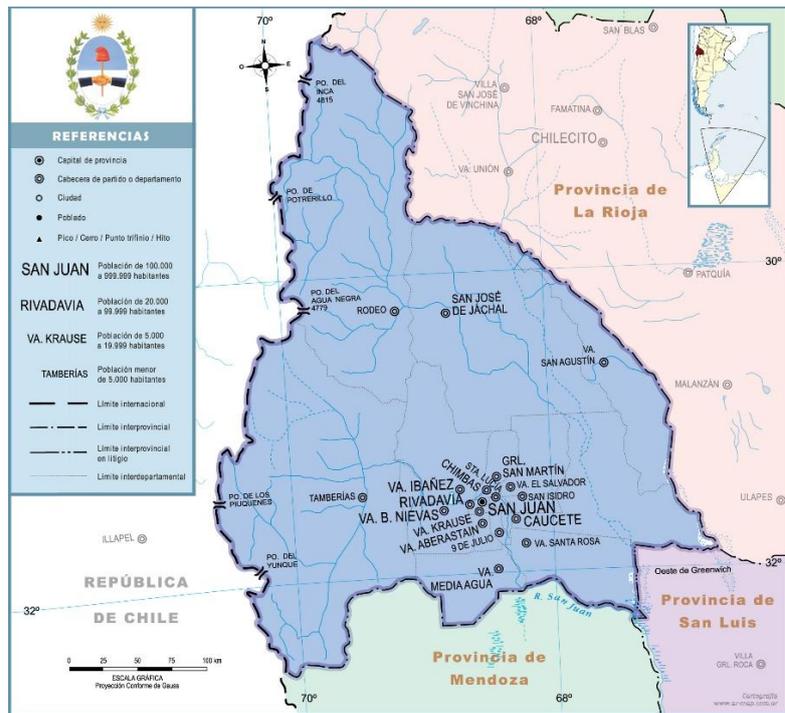


Figura N° 2 – Mapa político de la provincia de San Juan. Fuente: Gifex.

La Ciudad de San Juan, capital de la provincia homónima, se encuentra al centro-sur de dicha administración, en lo que se denomina Valle de Tulum, oasis productivo donde se concentra más del 60% de la población de la provincia. Ver Figura N° 3, y Figura N° 137 en Anexo.

Comúnmente, la ciudad es denominada Ciudad del Gran San Juan, abarcando el aglomerado urbano formado como consecuencia de la extensión de la ciudad capital sobre los cuatro departamentos limítrofes con la misma, Chimbas, Rawson, Rivadavia y Santa Lucía, y sobre los departamentos de 9 de Julio y Pocito. Ver Figura N° 4.

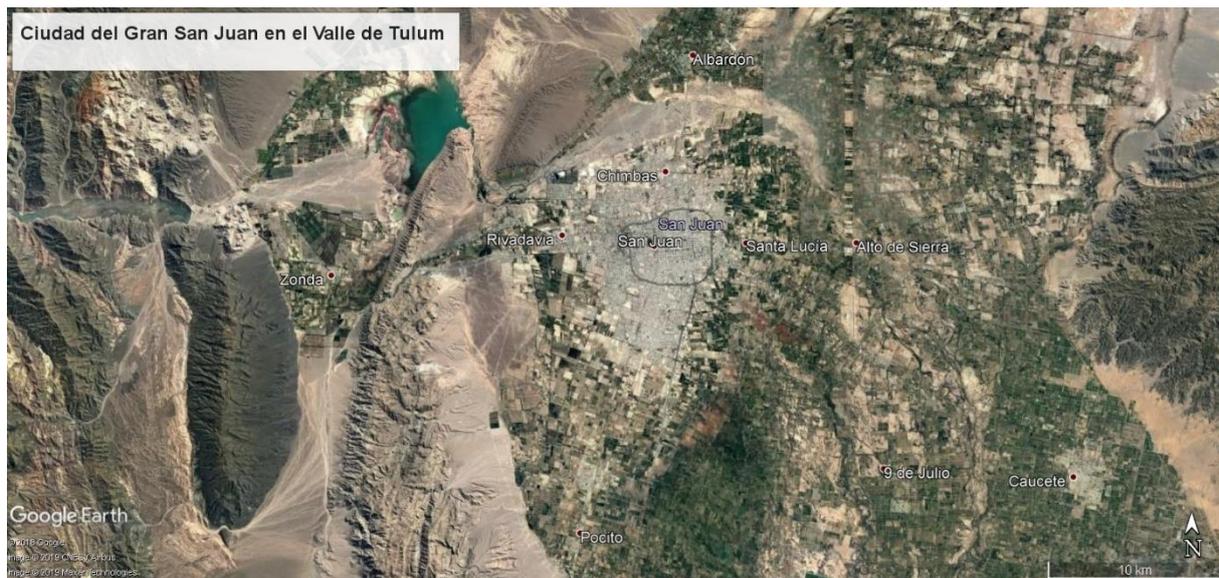


Figura N° 3 – Ciudad del Gran San Juan en el Valle de Tulum. Fuente: Google Earth, 2019.



Figura N° 4 – Aglomerado del Gran San Juan y su división administrativa departamental. Fuente: Google Earth, 2019.

La zona de estudio, de interés particular, se encuentra en una franja de recorrido este-oeste, que se extiende entre los departamentos de Capital (San Juan), Rivadavia y Santa Lucía, con una extensión aproximada de 1500 ha. Dicha zona nuclea gran parte de la actividad comercial y administrativa de la ciudad, abarcando el sector centro de esta, universidades, centros comerciales, hospitales y centros médicos, edificios gubernamentales, centros culturales y de esparcimiento, etc. Así mismo, en la misma discurren importantes vías de comunicación E-O que vertebran la ciudad. Esta zona, y su aledaña, se caracteriza por poseer población joven. En la Figura N° 5 se muestra la extensión aproximada de la franja de interés.

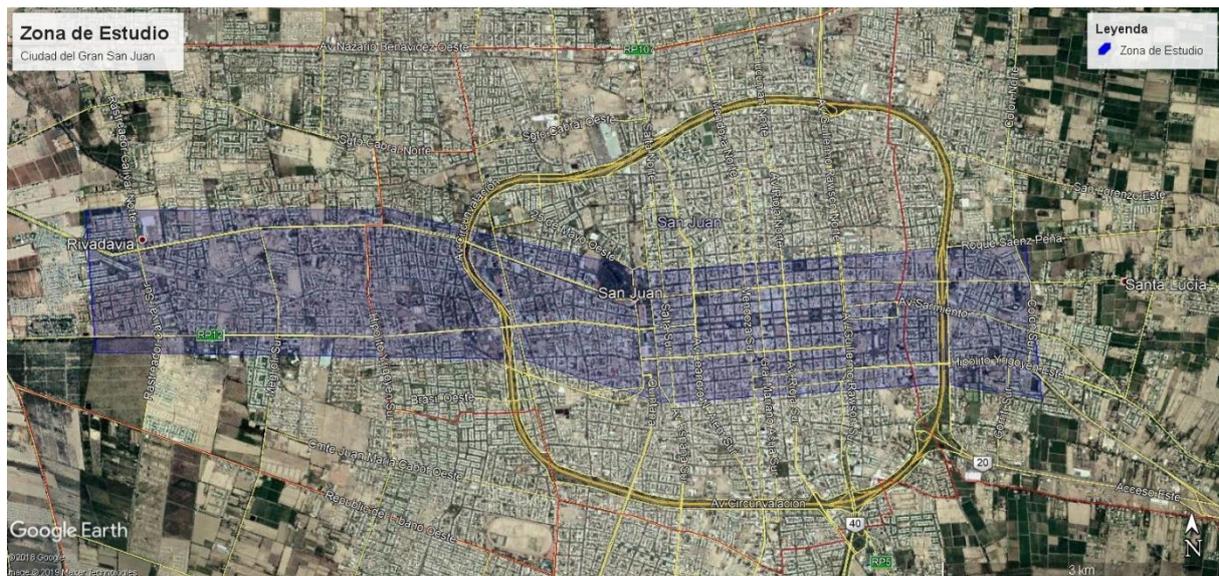


Figura N° 5 – Zona de estudio en el Gran San Juan. Fuente: Google Earth, 2019.

## 1.4 Características de la zona de estudio

### 1.4.1 Características climáticas y vegetación

El clima que caracteriza la zona de estudio está definido como Clima Seco Desértico – Bw – según la caracterización climática de Koeppen. Este grupo climático es el predominante en la Provincia de San Juan, presente en el Valle de Tulum. Ver Figura N° 138 – Mapa climático de la Provincia de San Juan., en Anexo.

Este tipo de clima, seco desértico, presenta evaporaciones que exceden las precipitaciones medias anuales, por lo que existe una marcada deficiencia hídrica; en consecuencia, no hay cauces permanentes alimentados por precipitaciones pluviales, sino que se hacen presente arroyos temporarios. El Río San Juan, cercano a la zona estudiada, de carácter antecedente, es el más caudaloso de la provincia y es alimentado por procesos nivo-glaciales de cordillera.

Según la caracterización de Koeppen, el clima seco desértico (Bw) presenta precipitaciones anuales menores a 250 mm, donde también es característico un invierno seco (w).

En lo que respecta a las temperaturas, las estaciones meteorológicas de San Juan reflejan valores extremos que oscilan cerca de los 46°C de máxima en épocas estivales, siendo diciembre el mes más cálido; esto se da por la gran radiación solar presente en la zona. Por otro lado, dada su condición de clima seco desértico, se presentan extremos en época invernal, alcanzando temperaturas bajo cero con aparición de heladas, siendo junio el mes más frío. La temperatura media anual es de 17,2°C.

En materia eólica, en la Ciudad de San Juan las direcciones de los vientos más frecuentes son los del cuadrante sur (Viento Sur) y sureste durante todo el año. Son frescos y con algo de humedad que en verano es aprovechada para la formación de tormentas. Durante el invierno se produce una rotación al oeste (Viento Zonda) y al norte. Estos vientos, por ser más cálidos atemperan las temperaturas invernales.

### Viento Zonda

Una particularidad de la zona es el viento Zonda, que se produce en su mayoría entre los meses de mayo y agosto (otoño - invierno), caracterizado por ser seco, cálido e intenso.

Este viento genera precipitaciones en las cumbres; al ingresar al territorio de San Juan y de Mendoza, ingresa como un viento seco que se recalienta por el llamado efecto Föhn.

El aire procedente del oeste, desde el océano Pacífico, se ve forzado a ascender sobre la cordillera, encontrando menores presiones lo que da lugar a su expansión a razón de  $0,65^{\circ}\text{C}$  cada 100 m. Este mecanismo produce la condensación del vapor de agua, generando nubes y precipitación. Una vez superada la cordillera, desciende y por compresión aumenta su temperatura a razón de  $1^{\circ}\text{C}$  cada 100 m, seco por haber dejado su humedad en las laderas de barlovento.

La diferencia entre las velocidades de calentamiento posterior y enfriamiento inicial se debe a que, en el proceso de ascenso, el vapor de agua al condensarse, entrega al aire una cierta cantidad de calor denominado "calor latente de condensación". Al descender no pierde calor en la evaporación dado que es aire muy seco.

El viento Zonda tiende a soplar con mayor frecuencia, de tarde, a la hora de la temperatura máxima y con menor frecuencia de madrugada con un mínimo a la hora de salida del sol. El calentamiento diurno influye sobre el aire frío de capas bajas y disminuye su contraste térmico, permitiendo la irrupción del viento en el llano. En la montaña, inversamente a lo que sucede en el llano, las horas de mayor frecuencia corresponden a los momentos posteriores a la salida del sol.

En cuanto a la vegetación nativa, ésta se caracteriza por estar compuesta de arbustos xerófilos y árboles aislados, con escasa cobertura. Las especies más relevantes son el algarrobo (*Prosopis*) (ver Figura N° 6), el retamo (*Bulnesia retamo*) (ver Figura N° 9), el chañar (*Geoffroea decorticans*) (ver Figura N° 8), la jarilla (*Larrea cuneifolia*, *divaricata*) (ver Figura N° 7). En zonas de suelos salinos predominan la zampa (*Atriplex lampa*), la espina blanca (*Propopis estrombulífera*), la vidriera (*Suaeda divaricata*), el jume (*Allenrolfea vaginata*), etc.

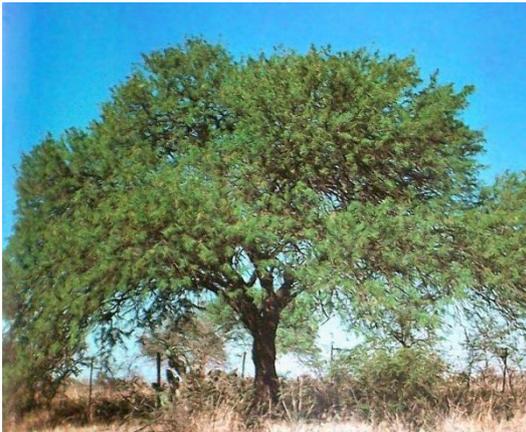


Figura N° 6 – Ejemplar de algarrobo (prosopis).  
Fuente: Google imágenes.



Figura N° 7 – Ejemplar de jarilla (Larrea cuneifolia, Divaricata). Fuente: Google imágenes.



Figura N° 8 – Ejemplar de chañar (Geoffroea decorticans). Fuente: Google imágenes.



Figura N° 9 – Ejemplar de retamo (Bulnesia retamo).  
Fuente: Google imágenes.

#### 1.4.2 Características hidrológicas e hidrogeológicas

La Ciudad de San Juan se encuentra asentada en la cuenca del Río San Juan, cuenca que, con una superficie aproximada de 38000 km<sup>2</sup>, ocupa el 45% de la superficie provincial. Dicho río es el mayor tributario del río Desaguadero, el que forma parte del Sistema Río Colorado.

El río San Juan, que abastece a la ciudad homónima, se forma por la confluencia de los ríos Los Patos, por el sur, y Castaño, por el norte, que se originan en Los Andes y confluyen cerca de la localidad de Calingasta. Ver Figura N° 10. Dicho río, bordea el aglomerado urbano por el norte, en dirección O-E, para luego tomar curso S, SE. Ver Figura N° 11.

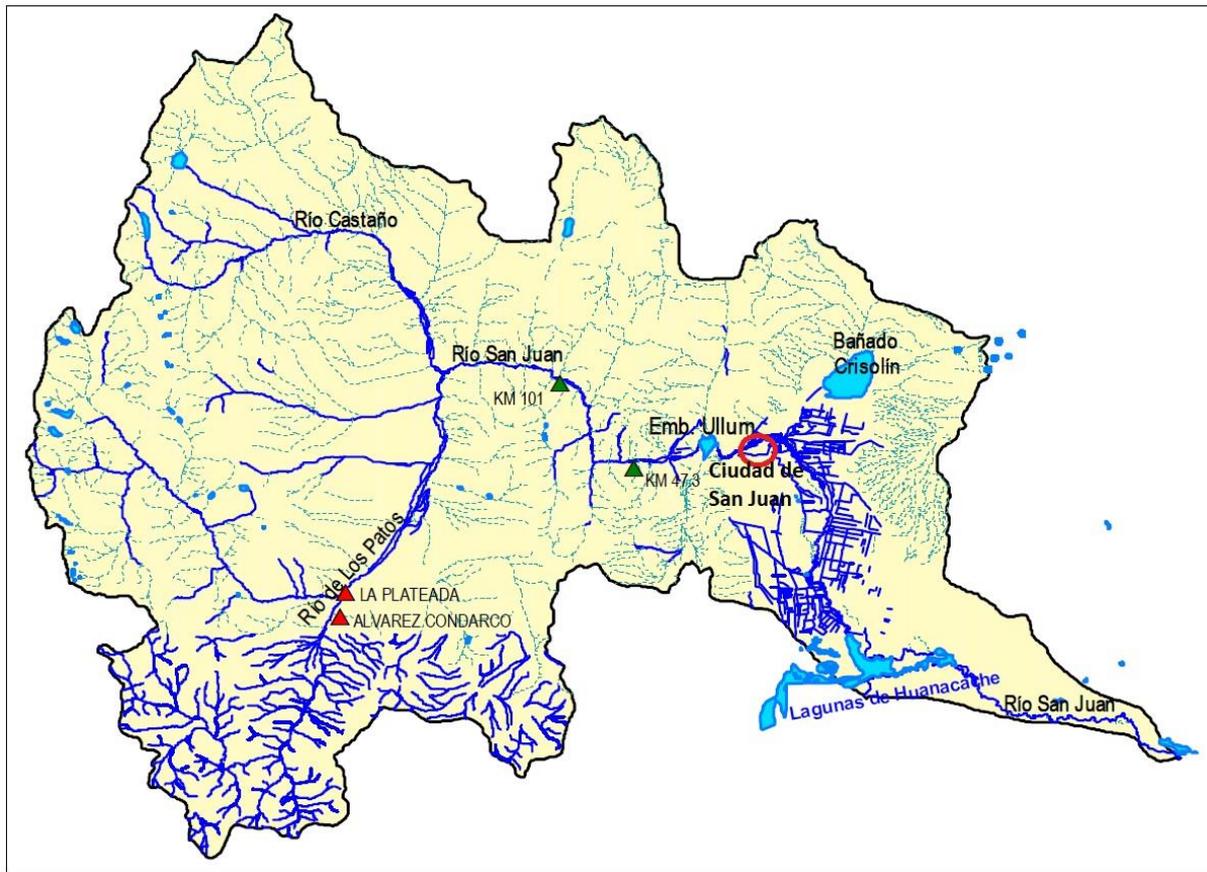


Figura N° 10 – Cuenca del Río San Juan. Fuente: Ministerio del Interior, Arg.



Figura N° 11 – Curso del Río San Juan respecto a la ciudad. Fuente: Google Earth, 2019.

El régimen del Río San Juan es de tipo nival de primavera-verano, y en los períodos de estiaje el curso queda reducido a diversos brazos que encierran pequeñas islas pedregosas que serán removidas en el período de crecida subsiguiente. La precipitación nival andina comienza normalmente en abril y se extiende hasta septiembre, siendo en general agosto el mes de

mayores precipitaciones. A partir de octubre comienza el aumento de caudal en el río debido al incremento de la temperatura como así también a la precipitación.

La precipitación media de la cuenca del Río San Juan oscila entre los 100 y 200 mm, produciéndose en forma de nieve o granizo. Las lluvias están principalmente asociadas a época estival.

Los caudales del río San Juan promedian  $60 \text{ m}^3/\text{s}$ , registrándose medias máximas diarias de  $173 \text{ m}^3/\text{s}$  y medias mínimas diarias de  $28 \text{ m}^3/\text{s}$ . Actualmente, la escorrentía del río está regulada por tres presas de embalse, como son Quebrada de Ullum, Punta Negra y Los Caracoles, destinadas principalmente a generación de energía hidroeléctrica, almacenamiento para consumo y riego, y turismo. Así mismo, están en proyecto dos presas de embalse que completarían el conjunto de aprovechamiento hidroeléctrico de la cuenca del río San Juan, como son los embalses de El Tambolar y El Horcajo.

En aspectos hidrogeológicos, la Ciudad de San Juan se asienta sobre los depósitos aluviales del Río San Juan (unidad QS, ver Figura N° 139 en Anexo). Dicho río forma dos abanicos aluviales, siendo el de mayor extensión el del Valle de Tulum.

El abanico aluvial del río San Juan, en el Valle de Tulum, presenta bien diferenciadas sus partes proximal y distal, predominando arenas, gravillas y gravas en su porción proximal. Son depósitos de antiguos cauces y tienen buenas permeabilidades. Hay también presencias de intercalaciones limosas o limoarcillosas depositadas fuera de los cauces, que originan condiciones de confinamiento en los acuíferos de la parte media del abanico. Por otro lado, en su porción distal, hay predominio de limos y arenas finas, estas últimas generalmente permeables. Hacia el sur del valle, los depósitos gradan a los de una llanura fluvial, en parte fluvioeólica, que ocupa la mayor parte del valle de Tulum.

Este abanico aluvial contiene importantes acuíferos, algunos a centenares de metros de profundidad y que se utilizan para irrigar gran parte del Valle de Tulum, en conjunto con el agua de deshielo proveniente del río San Juan, almacenada como se mencionó previamente.

#### 1.4.3 Características geológicas, geomorfológicas y suelos

Como se mencionó previamente, la Ciudad de San Juan se emplaza en el Valle de Tulum. Dicho valle es una depresión tectónica intermontana, depósito de sedimentos cuaternarios, principalmente gravas, arenas y limos. Ver Figura N° 140, en Anexo I.

El valle está marginado hacia el oeste por los cordones montañosos de la precordillera oriental con matices de la edad paleozoica inferior, mientras que hacia el este se ubica la Sierra de Pie de Palo, del sistema de Sierras Pampeanas Occidentales, compuesta por rocas metamórficas de edad precámbrica a paleozoica inferior. Existen también afloramientos de sedimentitas rosadas del terciario, adosadas a los cordones montañosos mencionados. Dentro de este oasis irrumpen dos elevaciones metamórficas aisladas que forman los cerros Valdivia y Cerillo Barboza, ambos emergiendo a una altura aproximada de 600 m.s.n.m.

En aspectos geomorfológicos, el Valle de Tulum, junto con la planicie aluvial del Río Zanjón-Bermejo, está comprendido en la Depresión de la Travesía, ubicada al este de la Precordillera

Oriental, y al oeste de la Sierra de Pie de Palo. Ver Figura N° 141, en Anexo. La Depresión de la Travesía es una depresión intermontana de origen tectónico, rellena por centenares y miles de metros de sedimentos de origen cuaternarios, que yacen sobre un basamento resistivo de edad terciaria.

De especial atención para este estudio, en el Valle de Tulum las unidades geomórficas del extenso abanico aluvial antiguo del Río San Juan y la planicie aluvial abandonada del río homónimo coinciden con el desarrollo de los acuíferos libre y confinado de la cuenca de agua subterránea de la región. Resulta de vital importancia el recurso hídrico, tanto superficial como subterráneo, dado que es un área con precipitaciones menores a los 100 mm/año.

Por otro lado, las características geomorfológicas, litológicas e hidrogeológicas del Valle de Tulum, inciden en las características, distribución y propiedades de sus suelos.

En materia de suelos en el Valle de Tulum, estos provienen de materiales aluviales y aluviales-coluviales. Se trata de suelos jóvenes, con escaso desarrollo de horizontes pedogenéticos, depositados por el Río San Juan en el cuaternario tardío. Los suelos provienen del transporte y sedimentación del río mencionado, procesos eólicos y derrubios coluviales de las cadenas montañosas periféricas. Los suelos pertenecientes a la ex llanura de inundación del río presentan grandes profundidades, de granulometría variada y distribución heterogénea, constituidos por capas de manera alterna, correspondiéndose con la capacidad de arrastre del río y el relieve preexistente sobre el cual fueron depositados sus materiales. Se hacen presente formaciones medanosas de diferente altura que dan aspecto levemente ondulado al valle.

En cuanto a los suelos de origen coluvial, por arrastres aluviales en sectores oeste, este y noroeste del valle, se presentan diferencias. Hacia el este (Sierra de Pie de Palo), los depósitos son profundos de texturas gruesas y con inclusiones de gravillas de rocas metamórficas. Por otro lado, al oeste y noroeste, los suelos son someros con rodados, gravas o gravillas desde la superficie o a profundidades variadas. (Liotta, 2011)

La Figura N° 12 muestra la distribución de los tipos de suelos presentes en el Valle de Tulum.

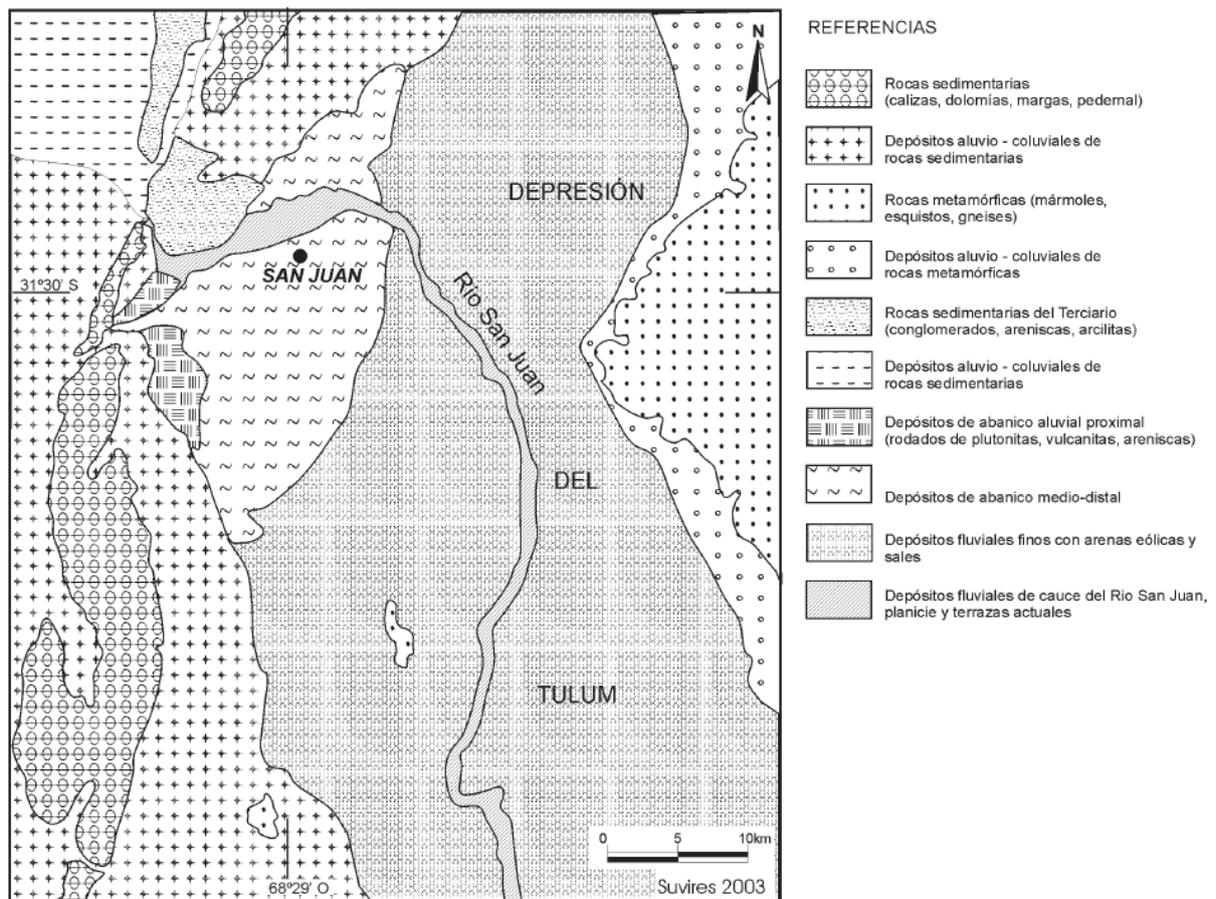


Figura N° 12 – Distribución de tipos de suelo en el Valle de Tulum. Fuente: Revista de la Asociación Geológica Argentina (Suvires, 2004).

#### 1.4.4 Características socio-económicas

En esta caracterización socio-económica abarca a la Provincia de San Juan, considerando que las actividades económicas que en ella se desarrollan afectan en mayor o menor medida a toda su población. Así mismo, la Ciudad de San Juan tiende a ser una metrópolis concentradora de población, por lo que los aspectos socio-económicos de la provincia se ven muy ligados al Gran San Juan.

#### Población

##### *Desarrollo a nivel provincial*

La provincia de San Juan posee un territorio de 89651 km<sup>2</sup>, de predominante relieve montañoso intercalado por valles, en un clima templado seco, y escasos cursos hídricos superficiales. La población se concentra en los valles favorecidos por embalses y sistematización de los ríos generados por el deshielo cordillerano.

Según el Censo Nacional de Población de 2010, del Instituto Nacional De Estadísticas y Censos (INDEC), habitan la provincia de San Juan 681055 personas, con un crecimiento de 9,8% entre 2001 y 2010. Significando el 1,7% del total de población nacional.

Basado en el último censo poblacional oficial (2010) del INDEC, las proyecciones del instituto para la provincia de San Juan, en el año 2019, indican una población de 772876 personas, lo que representaría una variación del 13,5% en el periodo 2010-2019. Con el próximo censo oficial de INDEC programado para el año 2020, las proyecciones de población para dicho año estiman 781217 personas habitando suelo sanjuanino, representando una variación de 14,7% en el periodo 2010-2020, significado un 1,72% del total de población nacional.

#### *Desarrollo a nivel metropolitano del Gran San Juan*

Según el censo poblacional del INDEC del año 2001, último en el que se cuenta con datos oficiales del Gran San Juan como entidad metropolitana, el aglomerado contaba con 421640 habitantes, representando un 68% del total provincial. Para esa fecha, la extensión territorial del aglomerado abarcaba más de 80 km<sup>2</sup> (Vásquez, n.d.).

Según datos provinciales, para el año 2010, el Gran San Juan contaba con 494639 habitantes, representando un 71% del total provincial. Estos datos se ven reflejados en el Plan de Ordenamiento Territorial de Área Metropolitana de San Juan, donde se observa una concentración de la población sanjuanina en dicha metrópolis, identificando los problemas asociados a dicha centralización. Para esa fecha, la extensión territorial del casco urbano ascendía a más de 100 km<sup>2</sup> (Vásquez, n.d.).

Si se recurre a las proyecciones departamentales del INDEC, se puede estimar para el Gran San Juan, una población de 554481 habitantes para el año 2019 y 559779 para el 2020. Respecto al total provincial proyectado, dichas poblaciones representan el 72% tanto para 2019 como 2020.

#### Economía

La provincia de San Juan posee un desarrollo económico caracterizado por un sistema de agricultura intensiva sustentada a partir del riego artificial, y con escaso desarrollo en la actividad ganadera. Sin embargo, la importante presencia de roca aflorante y mineralógicamente rica permite la explotación de la actividad minera.

La agricultura e industria agrícola está representada por el cultivo de la vid y la producción de bodegas. Siendo la segunda, siguiendo a Mendoza, en la producción de vino y en superficie cultivada por vid. A su vez es importante el cultivo de otros frutales como: durazno, tomate, membrillo, manzana, melón, sandía, entre otros, y hortalizas como cebolla, ajo, espárrago, y la calabaza entre otros.

También se destaca el cultivo del olivo e industria del aceite de oliva, produciendo aceites vírgenes, y refinados, encontrándose en crecimiento la exportación de estos productos.

De manera general se puede englobar dos tipos de actividades en San Juan: las principales cadenas de valor y los sectores secundarios. Las principales cadenas de valor abarcan la actividad minera metalífera, la vitivinicultura y la olivicultura. Por otro lado, las actividades secundarias contemplan la horticultura, el turismo y la generación de energías renovables.

La actividad minera es rica en recursos metalíferos, no metalíferos y rocas de aplicación, destacándose la extracción de oro y plata. La mina Veladero, ubicada en el noroeste provincial,

es la mina de oro más importante del país. Según el Informe Productivo Provincial de San Juan de junio de 2019, emitido por el Ministerio de Hacienda de la Nación, el 42% del volumen de oro extraído en el país, en el año 2017, fue aportado por la provincia. Así también, aportó el 8% de la plata producida por el país. Las mayores expectativas a mediano plazo se centran en la posibilidad de desarrollar la extracción de cobre.

En lo que respecta a exportaciones mineras, el principal destino de la producción a gran escala es el mercado externo, a donde se envía con escaso nivel de procesamiento. El principal destinatario es Canadá, quien recibe el 99,8% de la producción provincial de oro y plata, país de origen de las empresas operadoras. En 2018, se exportaron metales por US\$ 900,6 millones, que representaron el 70% de las ventas externas provinciales.

En materia vitivinícola, San Juan es la segunda provincia del país en cuanto superficie cultivada con vid, siendo los principales destinos la producción de vinos y mosto, consumo en fresco y pasas. San Juan se destaca por ser la principal productora de mosto del país. La actividad vitivinícola se desarrolla principalmente en los oasis o valles centrales: Tulum, Ullum y Zonda; y ha desarrollado la Ruta del Vino como atractivo turístico, potenciando dicha actividad.

En 2018 la provincia elaboró 2,7 millones de hectolitros de vino y 2,4 hectolitros de mosto, superando promedios de la década anterior. Esto representó un 18,4% de vino y un 51% de mosto del total nacional producido. Dicho año, las exportaciones del sector alcanzaron un total de US\$ 93 millones. A pesar de haber superado la producción promedio de la década anterior, los números por exportación se ubicaron por debajo de dicha década comparativa. Aun así, las exportaciones del sector, dicho año, representaron el 7,2% del total provincial.

La olivicultura, en fuerte incremento recientemente, se ubica como la tercera actividad productiva de importancia en la provincia. San Juan es la cuarta provincia olivícola, luego de La Rioja, Mendoza y Catamarca. Actualmente, se estima que la provincia posee 18000 hectáreas con olivo concentradas principalmente en el Valle de Tulum y sur de este, significando el 20% de la superficie nacional. La provincia es principalmente aceitera, localizando dicha industria en las zonas de producción. Así también se producen aceitunas en conserva. Los excedentes de producción de materia prima se envían a provincias vecinas, que también son productoras y procesadoras de olivo.

El destino de la producción olivícola es fundamentalmente el mercado externo. En 2018 la provincia exportó US\$ 30 8 millones, 85% aceite de oliva y 15% aceituna de mesa. Los principales destinos fueron Estados Unidos y España. Por su parte, las ventas de aceituna de mesa se concentran históricamente en Brasil.

Las Figura N° 13 y Figura N° 14 exhiben algunos números de la actividad exportadora de la provincia de San Juan.

**Principales cadenas exportadoras. Año 2018**

Nº	Principales cadenas	Exportaciones			Var. % i. a.	Part. % Total Nac.
		Millones US\$ FOB	Part. %	Part. Acum %		
1	Minería	940,6	72,9	72,9	-15,8	27,0
2	Vitivinicultura	93,2	7,2	80,1	20,6	9,6
3	Otras frutas	86,1	6,7	86,8	61,9	29,5
4	Hortalizas	48,6	3,8	90,6	-8,3	13,0
5	Farmacéutica	48,4	3,8	94,3	9,3	5,4
6	Olivícola	30,8	2,4	96,7	-35,5	19,7
	Resto	42,1	3,3	100	-	-
	<b>Total Provincial</b>	<b>1.289,8</b>	<b>100</b>	<b>-</b>	<b>-10,4</b>	<b>2,1</b>

Figura N° 13 – Principales cadenas exportadoras de la Provincia de San Juan, año 2018. Fuente: Ministerio de Hacienda de la Nación.

**Mercados de destino y cadenas. Año 2018**

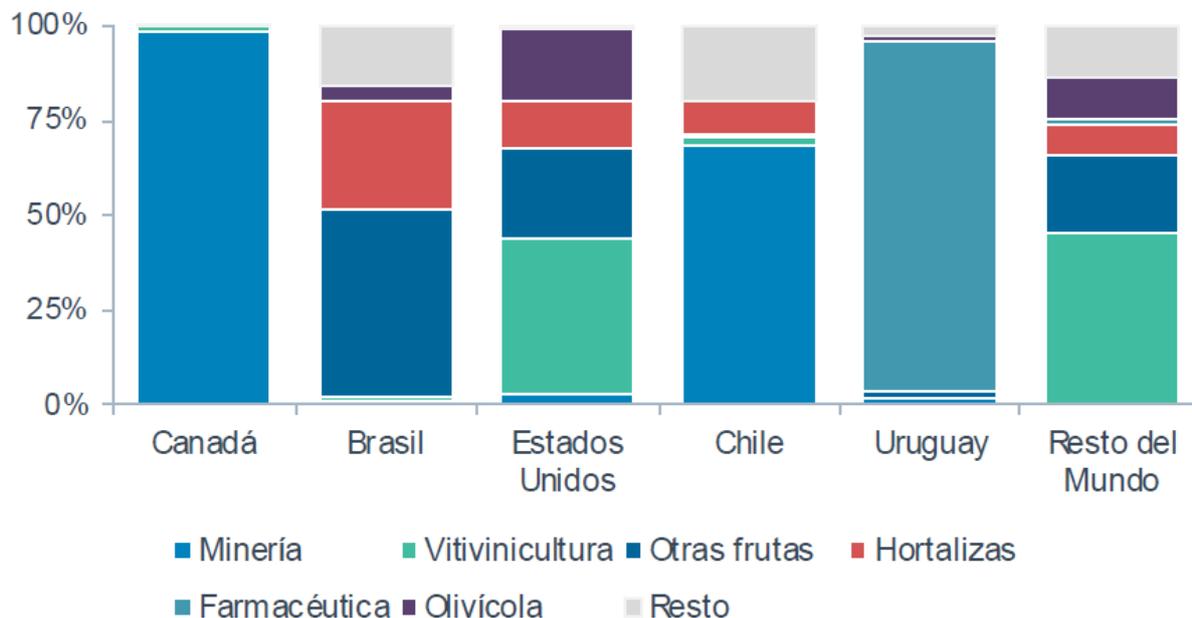


Figura N° 14 – Mercados de destino y cadenas de la Provincia de San Juan, año 2018. Fuente Ministerio de Hacienda de la Nación.

Por otro lado, como se mencionó anteriormente, dentro de las actividades secundarias se destacan la horticultura, el turismo y la producción de energía renovable.

En San Juan se registran 11,4 mil hectáreas cultivadas con hortalizas, incluyendo tomate, cebolla, ajo, pimientos y diferentes variedades de calabazas. De las anteriores, las más relevantes resultan ser el ajo y el tomate, ocupando números de producción punta a nivel país.

En 2018 se exportaron hortalizas por un valor de US\$ 49 millones, que representaron el 3,7% de las ventas externas de la provincia, registrando una caída interanual de 18%.

Turísticamente, la provincia de San Juan se destaca por sus paisajes naturales. Uno de los principales atractivos es el Parque Provincial Ischigualasto, conocido como el Valle de la Luna, situado al noroeste de la provincia a 273 kilómetros de la capital. Es uno de los yacimientos paleontológicos más importantes del mundo con destacadas geoformas y en donde se encuentran los restos fósiles de los dinosaurios más antiguos del país. Ver Figura N° 15.



**Figura N° 15 – Geoforma “El Hongo”. Parque Provincial Ischigualasto. Fuente: Google imágenes.**

Como estrategias de promoción se presenta el fortalecimiento del turismo de eventos como uno de los principales ejes para el crecimiento de la actividad. También resaltan actividades vinculadas a circuitos productivos como la ruta del vino y la ruta del olivo (de fuerte presencia en la provincia), turismo aventura, turismo rural, pesca deportiva, la travesía de la Ruta N° 40, turismo religioso, entre otros.

Finalmente, en materia de energías renovables, San Juan se destaca por aportar el 10 % del total nacional de la generación de energías renovables, ubicándose en el 4° puesto. En 2018, se generaron 336 GWh, de los que, el 91% provino de aprovechamientos hidroeléctricos y el 9% restante de tecnología solar. La puesta en marcha de nuevos emprendimientos incrementaría de manera notable la potencia instalada y la participación de los parques solares.

Según índices, de 2019, elaborados por la Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética, y el Círculo de Políticas Ambientales, San Juan se ubica como la segunda jurisdicción del país en términos del grado de desarrollo de las energías renovables y su atractivo para la inversión.

#### 1.4.5 Sismicidad

La zona de estudio, así como el resto de la región centro occidental de la Argentina es zona sísmica.

La provincia de San Juan posee numerosas evidencias de fallas con actividad tectónica cuaternaria. La mayor parte de estas deformaciones se ubican dentro de un cinturón sísmico definido entre Cordillera Frontal (Cordillera de Los Andes) y Sierras Pampeanas Occidentales (27° – 33° de latitud sur).

*Los sismos más destructivos en los últimos 120 años:*

*-20 de marzo de 1861, Mendoza:* Se produjo el terremoto porcentualmente más destructivo de toda la historia argentina. Destruyó la ciudad de Mendoza y departamentos vecinos, dejó un saldo de 6000 muertos sobre una población total de 18000 habitantes. Su intensidad fue de IX grados Mercalli. Latitud -32,900 Longitud -68,900.

*-27 de octubre de 1894, San Juan:* El terremoto de mayor magnitud de la historia en Argentina, afectó el noroeste de San Juan, causó daños y víctimas en San Juan y La Rioja. Daños menores en Catamarca, Córdoba, San Luís y Mendoza. La intensidad máxima fue de IX en la escala Mercalli. Latitud -29,800 Longitud -69,000.

*-15 de enero de 1944, San Juan:* Destruyó la ciudad de de San Juan y departamentos vecinos. Causó alrededor de 10000 muertos sobre una población de 90000 habitantes. También ocasionó daños en el norte de la provincia de Mendoza. La intensidad máxima del terremoto fue de IX grados de la escala Mercalli. Latitud -31,400 Longitud -68,400.

*-11 de junio de 1952, San Juan:* Afectó los departamentos de Pocito, Zonda y Ullum. Los daños más importantes se registraron en las localidades de El Abanico, Villa Aberastain y La Rinconada en Pocito; también en Carpintería y el pueblo de Zonda. Se estimó una intensidad de VIII grados Mercalli. Latitud -31,600 Longitud -68,600.

*-23 de noviembre de 1977, San Juan:* Destruyó las construcciones del departamento de Caucete, la duración del terremoto superó largamente el minuto en su fase destructiva. Causó la muerte de 65 personas y más de 300 heridos graves. Afectó los departamentos de 25 de Mayo, Sarmiento, Pocito y norte de Mendoza, donde las construcciones de adobe fueron destruidas en más de un 50%. La intensidad máxima del sismo fue IX grados Mercalli. Latitud -31,041 Longitud -67,764.

Zonificación sísmica: el área de estudio se encuentra en Zona 4, indicando una peligrosidad sísmica "Muy Elevada". Esta identificación está dada según Zonificación Sísmica del Reglamento INPRES - CIRSOC 103. Ver Figura N° 142 – Mapa de zonificación sísmica de la República Argentina., en Anexo.

#### 1.5 Antecedentes urbanos de San Juan

La Ciudad de San Juan fue fundada el 13 de junio de 1562 por el conquistador español Juan Jufre, nombrada en aquel entonces como *San Juan de la Frontera*, en su primer emplazamiento de "Pueblo Viejo de Concepción".



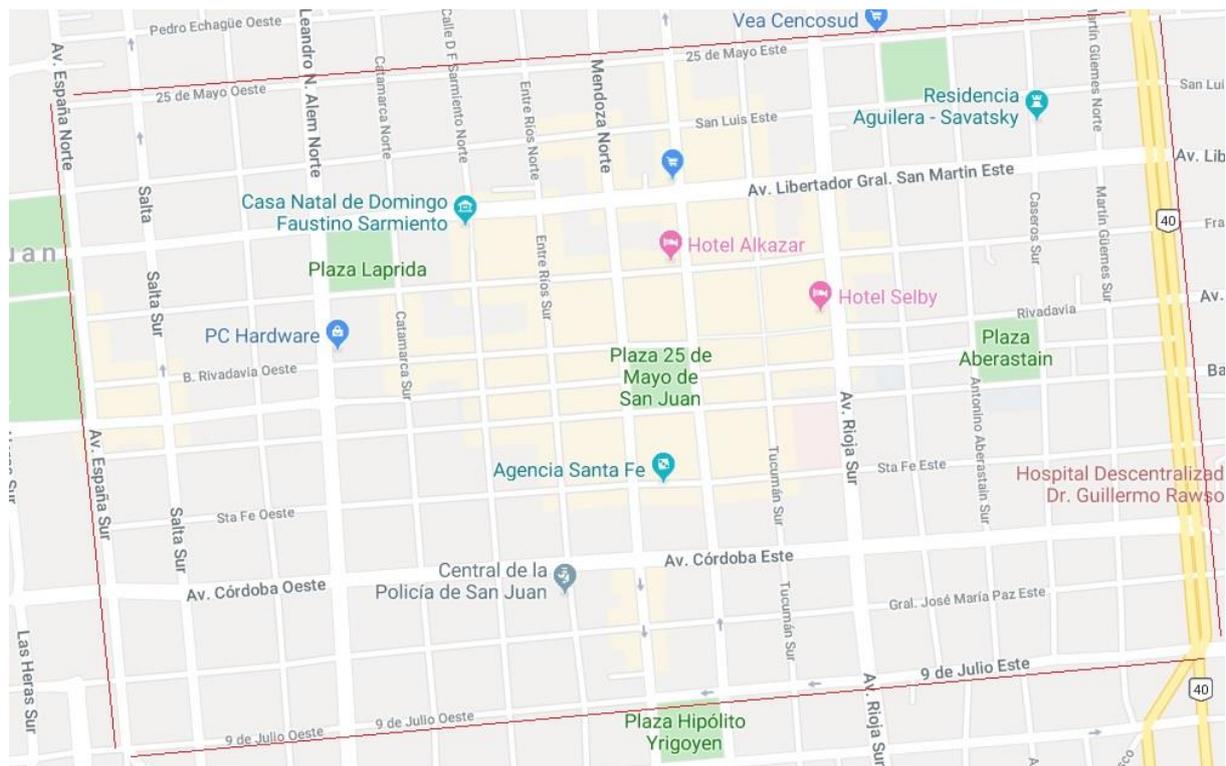


Figura N° 17 – Cuadrante urbano actual delimitado por las cuatro “calles anchas”. Fuente: Google maps, 2019.

Hacia finales del siglo XIX, la Ciudad de San Juan entra en un proceso de modernización, con la llegada del ferrocarril en 1885. La principal estación de trenes se construyó al oeste de la mencionada Av. España (ver Figura N° 17), lo que generó un crecimiento de la urbe hacia el oeste y hacia el sur, siguiendo la línea del Ferrocarril Buenos Aires al Pacífico (luego se convertiría en FF.CC. Gral. San Martín). En dicha época, y principios del siglo XX, se introduce el automóvil, servicios domiciliarios, transporte público, centros recreativos como teatros y cines, grandes edificios públicos, parques, etc.

En la Figura N° 18 se puede apreciar una calle de la Ciudad de San Juan, hacia 1870, con una arquitectura colonial, de amplias y altas fachadas y edificación en adobe, como así también un trazado urbano heredado del primer asentamiento, con calles y veredas (aceras) angostas, y sin líneas de arbolado público.

Hasta 1944, punto de inflexión en la historia de la ciudad, poseía las características mencionadas anteriormente, con una población de 80000 habitantes, concentrando el 45% del total de la población provincial.



**Figura N° 18 – Fotografía de la calle Tucumán, ciudad de San Juan, en 1870. Fuente: San Juan al Mundo, Fundación Bataller.**

El 15 de enero de 1944, a las 20:50 hs locales, un movimiento telúrico de 20 segundos de duración destruye la colonial Ciudad de San Juan. El sismo, que se estimó de magnitud 7,4 Ms e intensidad IX en escala Mercalli Modificada, destruyó más de un 80% de la ciudad, dejando un saldo de aproximadamente 10000 fallecidos. Dado que el 98% de las edificaciones de esa época eran de abobe pesado, con muy poca presencia de sistemas constructivos sismorresistentes, los daños edilicios fueron prácticamente totales. Este sismo en Argentina se considera el evento natural más destructivo que se haya registrado en la historia del país.



**Figura N° 19 – Fotografía aérea de la Ciudad de San Juan, 15 de enero de 1944. Fuente: Diario de Cuyo.**



**Figura N° 20 – Fotografía aérea de la Ciudad de San Juan, 16 de enero de 1944. Fuente: Diario de Cuyo.**

Las Figura N° 19 y Figura N° 20, muestran el casco urbano de la Ciudad de San Juan, antes y después del mencionado terremoto de 1944, respectivamente. En la Figura N° 20 se pueden observar cubiertas de techo y edificaciones completas derrumbadas. Así mismo, se puede observar un antes y después de la Iglesia Catedral de San Juan en las Figura N° 21, Figura N° 22 y Figura N° 23.

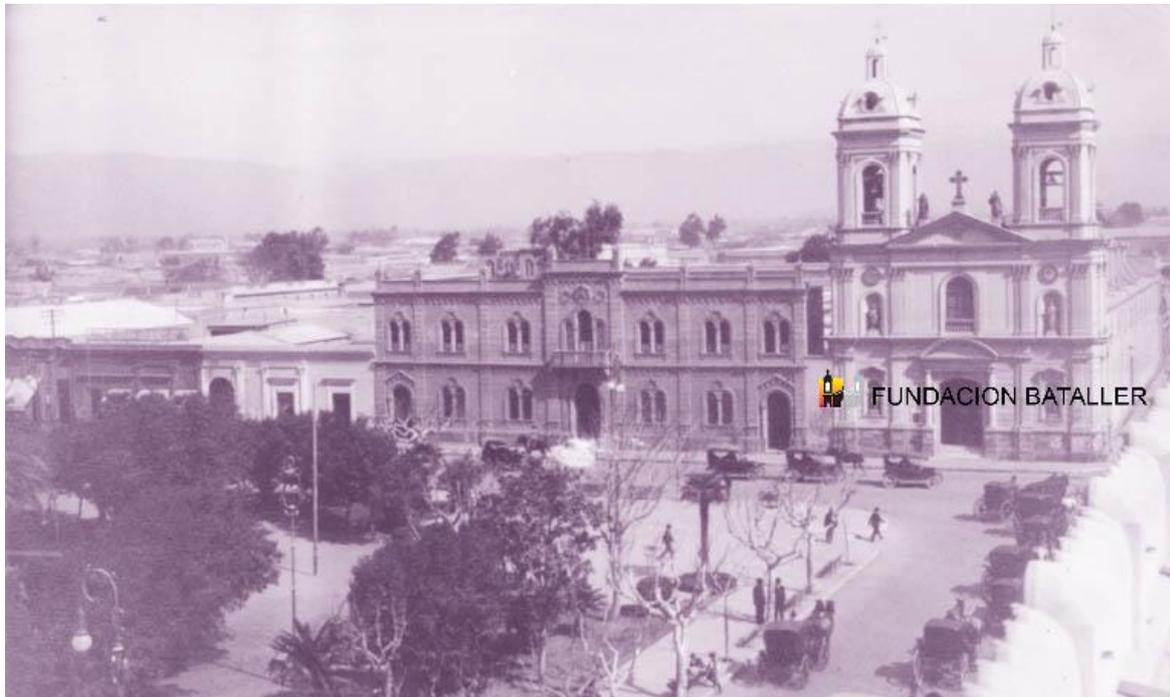


Figura N° 21 – Iglesia Catedral, Palacio Episcopal y Plaza 25 de Mayo, 1915. Fuente: San Juan al Mundo, Fundación Bataller.



Figura N° 22 – Exterior de la Iglesia Catedral en ruinas, 1944. Fuente: San Juan al Mundo, Fundación Bataller.



Figura N° 23 - Interior de la Iglesia Catedral en ruinas, 1944. Fuente: San Juan al Mundo, Fundación Bataller.

Luego del terremoto de 1944, ante la disputa de trasladar la ciudad o levantarla en el mismo lugar, las autoridades, tanto provinciales como nacionales optan por un plan de reconstruirla en el mismo emplazamiento.

El sismo no solo había destruido la ciudad colonial, sino que, derrumbó y paralizó la economía, obligando a muchos a emigrar de la provincia. Cuando los supervivientes lograron reponerse física y psíquicamente del acontecimiento, comenzó un período de reconstrucción que duró desde 1944 hasta 1960 y dejó como resultado gran parte de la ciudad de San Juan actual.

A pesar de la posibilidad de recuperar algunas fachadas y edificios coloniales, con el fin de conservar un centro histórico-cultural y destinarlo como un monumento recordatorio de la tragedia, como se había podido lograr en otras partes del mundo, se optó por un proyecto modernista el que dejaba atrás el pasado colonial de la ciudad, adoptando una arquitectura que prohibió el adobe. Así también, la reconstrucción se caracterizó por la incorporación de anchas avenidas, amplias veredas, edificación en línea y arbolado público.

Específicamente, las normativas de reconstrucción pretendían regular morfológicamente el diseño, abarcando reglamentación edilicia, subdivisión de tierras, encuentro de calles, uso de materiales, entre otros, buscando la seguridad ante los sismos. Es así que se ordenaron alturas de edificios, estableciendo máximos, escalonamientos progresivos desde fachada, anchos de calles y veredas, y el uso de recovas para la circulación peatonal en atención a los requerimientos climáticos locales. (Sentagne et al., 2010). Ver Figura N° 24.

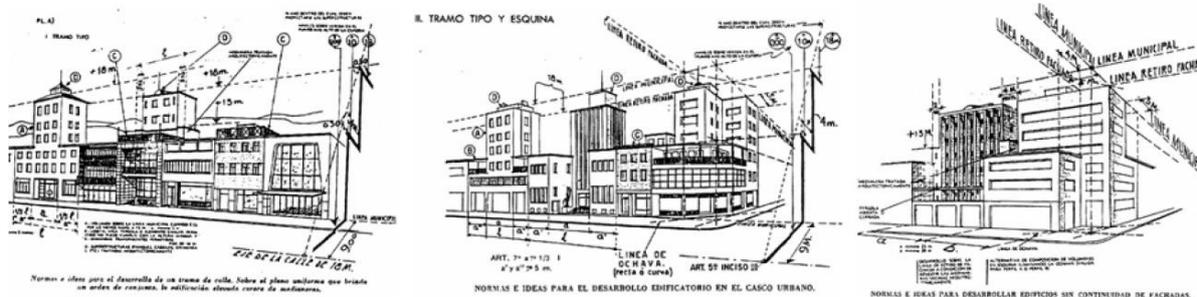


Figura N° 24 – Prescripciones edilicias y urbanísticas de la reconstrucción de San Juan. Fuente: Sentagne et al., 2010.

En el proceso de reconstrucción de San Juan se pueden distinguir tres claras etapas que caracterizan a los espacios y edificios públicos de la ciudad:

- Una primera etapa, desde 1944 hasta 1955, destacada por su arquitectura de monumentalidad combinada con la sobriedad del racionalismo. Muchos edificios públicos se dispusieron en forma aislada o compartiendo manzana con otros edificios de la misma entidad, emplazados de manera independiente ofreciendo sus cuatro fachadas al espacio urbano. Una arquitectura en la que la escala y la calidad de la construcción constituyeron las directrices del diseño. (Sentagne et al., 2010). Ver Figura N° 25.



Figura N° 25 – Ex Banco Hipotecario (actual Rectorado de la U.N.S.J.). Fuente: Diario de Cuyo.

- Una segunda etapa, desde 1955 hasta 1970, donde existe aún una importante actividad estatal en la planificación urbana y desarrollo del espacio público. Se emplaza equipamiento a gran escala, construcción de avenidas, etc., con una arquitectura de zonificación y funcionalista. Ejemplo de esto es el edificio de Correo y Telecomunicaciones, ver Figura N° 26.



Figura N° 26 – Edificio de Correo y Telecomunicaciones. Fuente: Diario de Cuyo.

- Una tercera etapa, desde 1970 en adelante, donde se hace presente una arquitectura neo-brutalista, siendo el Centro Cívico uno de sus mejores ejemplos; símbolo y centro de actividades de San Juan. Ver Figura N° 27.



Figura N° 27 – Centro Cívico de San Juan. Fuente: Google imágenes.

En cuanto a la identidad urbanística que se desarrolló en el Gran San Juan, se la define generalmente como una ciudad-oasis. Enclavada en un oasis preexistente, rodeada de territorio árido, la ciudad fue creciendo acompañada del crecimiento de dicho oasis, mejorando paulatinamente el acceso al recurso hídrico. Históricamente, el agua conducida por canales y acequias condicionó la evolución de la urbe creando una cultura que consolidó el paisaje urbano y rural. Es así que característicamente, la configuración urbana-viaria del Gran San Juan está compuesta por el camino y un canal o acequia regadora, una hilera de árboles y una vereda (o acera), a cada lado de la vía. En la Figura N° 28 se muestra la típica configuración urbana en un barrio de San Juan.



Figura N° 28 – Patrón urbano Calzada-Acequia-Árbol-Acera. Fuente: Google Maps.

Así mismo, fruto del periodo de reconstrucción, se pueden hallar amplias aceras y avenidas (calles y avenidas amplias para la época), que caracterizan el entramado céntrico de San Juan. Las Figura N° 29 y Figura N° 30 muestran ejemplos de lo mencionado.



Figura N° 29 – Vista de la Av. Alem, centro de San Juan. Fuente: Google Maps.



Figura N° 30 – Vista de una acera en el centro de San Juan. Fuente: Google imágenes.

Por último, cabe mencionar que, al igual que muchas otras ciudades argentinas y latinoamericanas, la Ciudad del Gran San Juan no es ajena a la gran expansión territorial devenida del aumento poblacional y la concentración de población y actividades, lo que ha generado problemas de movilidad, transporte, desarrollo territorial y urbano, entre otros. En el

apartado de Planteo de la problemática y sus factores, se brinda un mayor panorama de esto. La Figura N° 31 muestra la evolución de la expansión urbana del Gran San Juan.

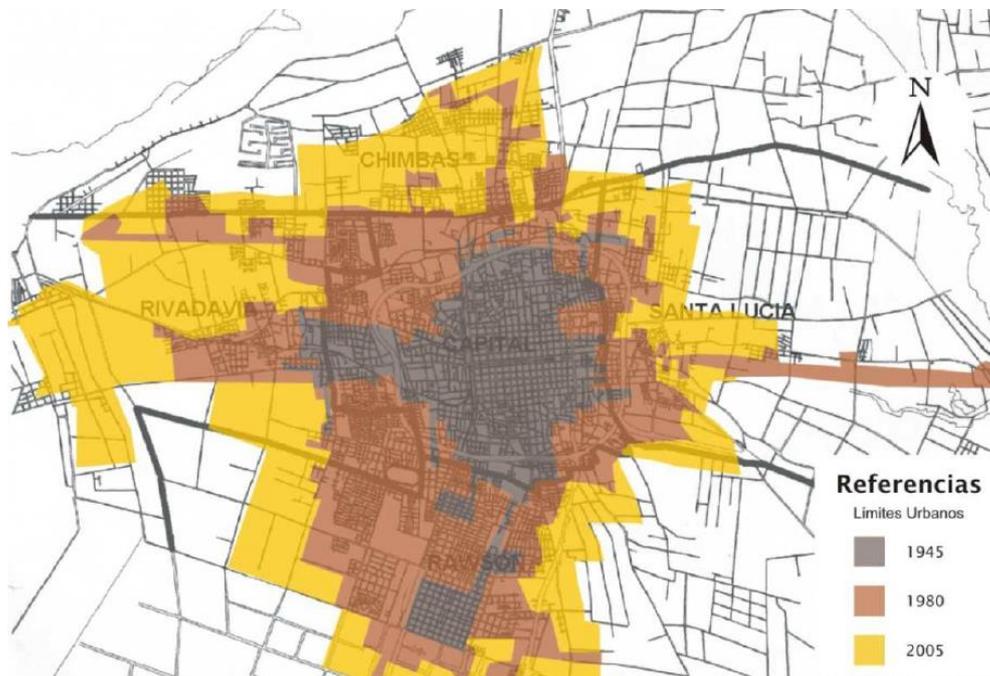


Figura N° 31 – Plano de expansión urbana del Gran San Juan entre 1945 y 2005. Fuente: Nacif et al., n.d.

### 1.6 Antecedentes de transporte público en San Juan

Las reseñas en materia de transporte público en la Ciudad de San Juan se remontan a finales del siglo XIX, donde en 1889 comienza a explotarse el servicio de tranvías de tracción a sangre tirados por caballos.

La concesión de explotación de los servicios de tranvía se estableció mediante ley en octubre de 1889. Dicha explotación brindaba servicio de transporte de pasajeros en los históricos barrios sanjuaninos de Desamparados, Trinidad y Concepción.

La ley de concesión otorgaba derechos de explotación por 25 años, como así también establecía que el concesionario debía aportar el material rodante, construir las vías y hacerse cargo de las reparaciones en el camino ocupado.

A comienzos del siglo XX, una empresa inglesa realiza una nueva propuesta en materia tranviaria. Dados los avances tecnológicos propios del siglo y la necesidad de vincular las crecientes zonas suburbanas con la capital, se propone la implementación de un tranvía electrificado para la agilización del servicio de transporte.

El tranvía eléctrico fue concesionado, luego de varios intentos, en septiembre de 1910, con la idea de unir las localidades de Capital con Rivadavia, Concepción, Desamparados, Santa Lucía y Trinidad. Esta concesión ni las próximas darían resultado, regresando a la tracción a sangre en 1913, siempre en vistas de una futura electrificación.

Finalmente, los servicios de tranvía en la Ciudad de San Juan se descontinuaron en 1915. La Figura N° 32 muestra el servicio que se explotó hasta la fecha de cierre.



Figura N° 32 – Servicio de tranvía de tracción a sangre en San Juan. Fuente: San Juan al Mundo, Fundación Bataller.

Por otro lado, la llegada del ferrocarril a la provincia, en 1885, juega un papel importante para su desarrollo y modernización. Si bien, principalmente prestaba servicios de transporte de cargas y viajes de larga distancia, algunas líneas, circuitos internos en la ciudad y estaciones, inaugurados en 1911, 1913 y 1914 brindaban servicios de transporte urbano e interurbano.

La llegada del automóvil, en 1908, significó un cambio en materia de transporte. Es así que en la década de 1920 comienzan a circular los primeros autobuses en la Ciudad de San Juan, brindando servicio de transporte de pasajeros, acercando a la población suburbana al distrito central. Un ejemplo de los primeros autobuses se muestra en la Figura N° 33. Dicho modo de transporte creció de tal manera que para el año 1942, la ciudad contaba con alrededor de treinta empresas que prestaban servicio de pasajeros. Ver Figura N° 34.



Figura N° 33 – Autobús de la Empresa Selvalles, década de 1920 en San Juan. Fuente: San Juan al Mundo, Fundación Bataller.



Figura N° 34 – Autobuses urbanos, año 1942 en San Juan. Fuente: Diario Huarpe.

Actualmente, el servicio de transporte público de pasajeros urbano y suburbano en la Ciudad del Gran San Juan se brinda exclusivamente mediante autobuses. Existen cerca de diez empresas de transporte que explotan más de 70 líneas de recorrido. Dichas líneas están trazadas, reguladas y dispuestas a concesión por la Subsecretaría de Tránsito y Transporte del Gobierno de San Juan. Ver Figura N° 35.



Figura N° 35 – Unidades de autobús actuales del Gran San Juan. Fuente: Diario El Sol de San Juan.

---

## CAPÍTULO 2

### 2 Análisis de la problemática y su solución

#### 2.1 Planteo de la problemática y sus factores

En el siguiente desarrollo se busca plasmar la problemática territorial presente en la Ciudad del Gran San Juan, haciendo énfasis en los factores que afectan directa e indirectamente la movilidad en la misma.

Como bien plantea el Plan de Ordenamiento Territorial del Área Metropolitana de San Juan (PLAM SJ), elaborado por el Ministerio de Planificación e Infraestructura de la provincia, el Área Metropolitana de San Juan, se estructura como una aglomeración urbana extensa y discontinua hacia su periferia, de baja densidad edilicia que decrece desde el centro hacia su contorno. Este modelo actual se ha caracterizado por un crecimiento insuficientemente regulado, avanzando desmesuradamente fuera del área urbana existente y a un ritmo superior que el aumento poblacional registrado para el conjunto del área metropolitana. Esta expansión ha generado un encarecimiento de la provisión de servicios, como agua, saneamiento, electricidad, barrido, recolección de residuos, etc., como así también ha presionado sobre la red de abastecimiento hídrico, ha avanzado sobre el suelo agro-productivo y ha contribuido a una configuración de territorio fragmentado.

Funcionalmente, el modelo actual territorial del Gran San Juan presenta una concentración de edificaciones, equipamiento urbano, población y actividades económicas en el distrito central de dicha metrópolis, el departamento Capital (ver Figura N° 4). Esta centralización, que se ha dado históricamente en dicho distrito, ha generado una fuerte dependencia funcional de los departamentos metropolitanos que rodean la capital, impactando en la morfología y los flujos de circulación. Si bien la ciudad de Villa Krause (ver Figura N° 4), al sur del centro metropolitano, representa una centralidad de segundo orden, nucleando gran cantidad de actividades urbanas para el departamento Rawson, éstas son insuficientes para dicha localidad y sus alrededores. Los otros departamentos metropolitanos no poseen centralidades de jerarquía que les permitan desarrollar una autonomía funcional y administrativa, estando destinados principalmente a usos residenciales.

En términos de movilidad urbana, ésta no es ajena a la estructuración territorial actual ni a los procesos históricos que configuraron la ciudad. Como bien indica el Plan citado, en su diagnóstico de problemáticas territoriales, “la expansión urbana dispersa y su estructura monocéntrica promueven al uso del automóvil como principal modo de transporte, dificultan una buena cobertura y servicio de transporte público y plantean diversas restricciones en la accesibilidad y conectividad metropolitana” (“PLAM SJ,” 2015).

En la Figura N° 36 se puede observar una síntesis gráfica del planteo anterior, mostrando el modelo metropolitano actual del Gran San Juan. Se aprecia dos fuertes direcciones de demanda de movilidad, este-oeste y norte-sur, con deficiente interconexión entre dichas direcciones y una elevada dependencia centralizada en el centro de la ciudad.

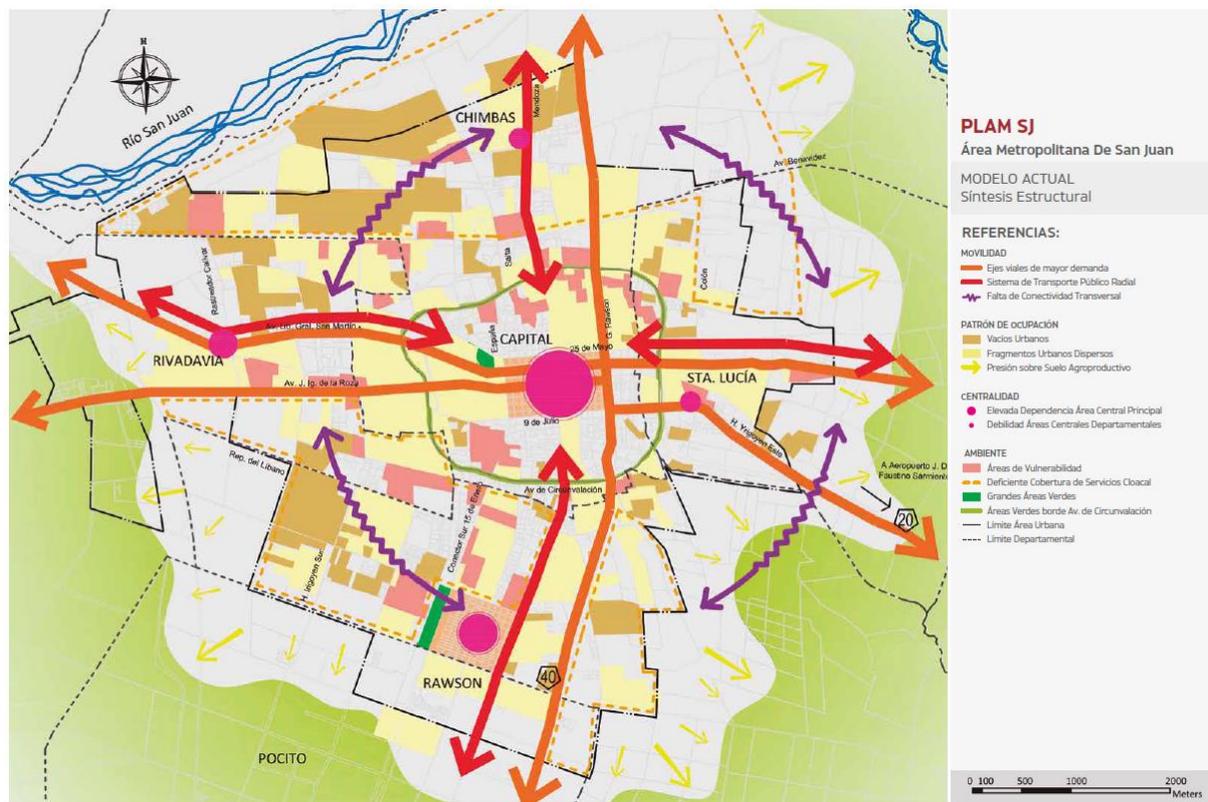


Figura N° 36 – Síntesis del modelo actual del Área Metropolitana de San Juan. Fuente: PLAM SJ.

En su análisis de diagnóstico, el Plan de Ordenamiento Territorial del Área Metropolitana de San Juan identifica diferentes factores que dan forma al modelo territorial actual, presentado en la Figura N° 36. Entre los factores reconocidos, resultan de interés para este estudio: la “elevada concentración territorial de la población”, la “gran concentración territorial y sectorial de la actividad productiva” y la “movilidad con tendencia al crecimiento del transporte privado”.

- Elevada concentración territorial de la población:

Como se mencionó previamente en el apartado 1.4.4, y conforme a los datos brindados por el INDEC para el año 2010, en los departamentos que conforman el Gran San Juan vivían 494693 personas. Esto representa una concentración de población superior al 70 % del total provincial. Así también se identifican diferencias de crecimiento entre los diferentes departamentos del Gran San Juan, mostrando tendencias crecientes en los alrededores y decrecientes en el departamento Capital entre los censos de 1991, 2001 y 2010. Ver Figura N° 37.

Las estimaciones indican que las poblaciones de los departamentos metropolitanos del Gran San Juan tenderían a aumentar, mientras que la población del departamento Capital seguiría decreciendo en los próximos años.

Departamento	1991	2001	2010	Variación 1991-2010	
	Cantidad			Absoluta	Relativa
Capital	119.423	112.778	109.123	-10.300	-8,62
Chimbabue	52.263	73.829	87.258	34.995	66,96
Pocito	30.597	40.969	53.162	22.565	73,75
Rawson	90.174	107.740	114.368	24.194	26,83
Rivadavia	56.986	76.150	82.641	25.655	45,02
Santa Lucía	38.086	43.565	48.087	10.001	26,26
AM-SJ	387.529	455.031	494.639	107.110	27,64

Figura N° 37 – Tamaño poblacional del Gran San Juan, periodo 1991-2010. Fuente: PLAM SJ.

- Gran concentración territorial y sectorial de la actividad productiva:

Por otro lado, la situación productiva provincial y urbana presenta la misma tendencia centralizadora que se explicó en el apartado anterior. Existe una gran disparidad en capacidades productivas entre departamentos; de tal manera que Capital produce un 47% de la riqueza que genera el aglomerado urbano, brindando el 60% de empleos del Gran San Juan. En contraparte, Rawson, que concentra actualmente mayor cantidad de habitantes que el distrito central, representa solo un 17% de riqueza y brinda un 13% de empleo del aglomerado. Esto muestra un desequilibrio en una relación población-empleo, generando una clara dependencia de departamentos circundantes de Capital.

En el Gran San Juan resaltan las actividades industriales, comerciales y docentes. Las primeras tienen mayor influencia en la generación de valor agregado, mientras que la segunda contribuye más a la generación de puestos de trabajo. Del último Censo Económico se desprende que industria y comercio concentran el 65% de la mano de obra formalmente ocupada y el 77% del valor agregado producido.

Si se estudia la distribución territorial de los sectores de mayor peso económico, como son el industrial y el comercial, se destaca que el comercio se concentra en el departamento Capital. Esto no sólo ocurre a un nivel metropolitano, sino que también a una escala provincial. La importancia del sector comercial y servicios determinan que la mayor parte de la oferta de puestos de trabajo se encuentre en el distrito central del aglomerado. Así también los empleos del ámbito docente se concentran en Capital, significando un 57% del total.

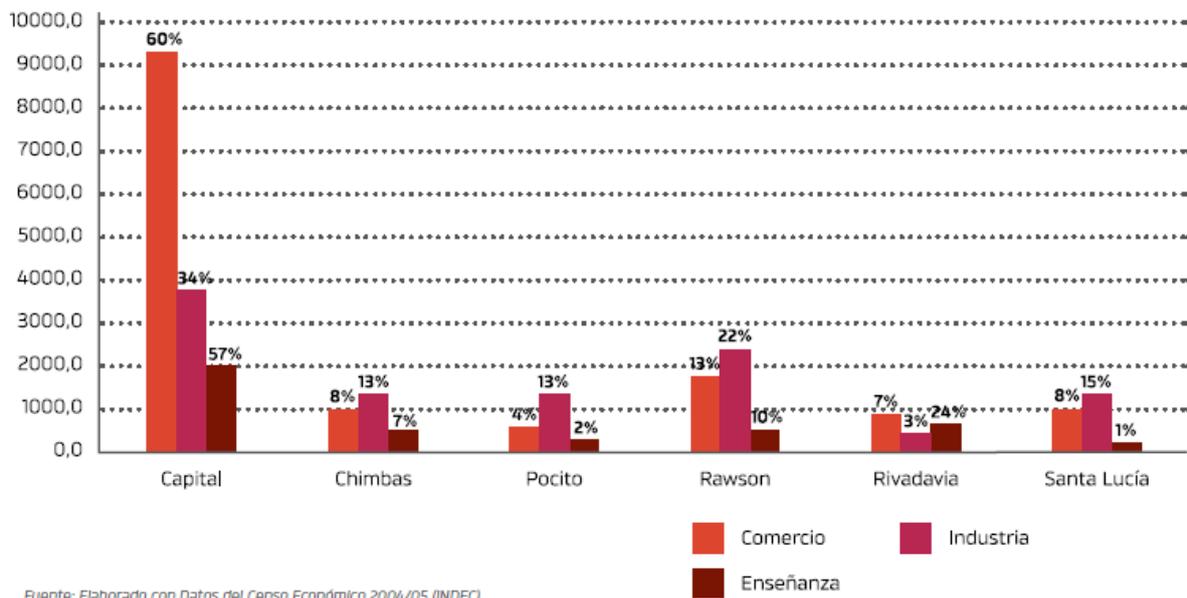


Figura N° 38 – Distribución territorial del trabajo en el Gran San Juan. Fuente: PLAM SJ.

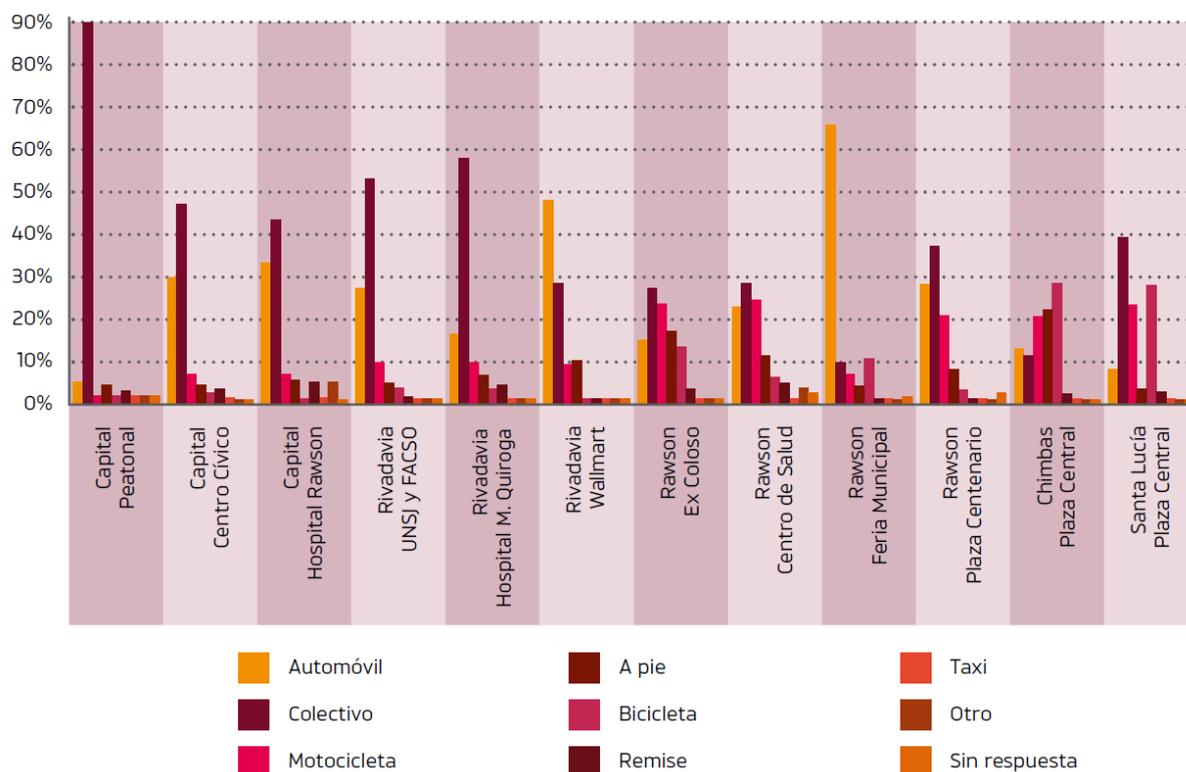
- Movilidad con tendencia al crecimiento del transporte privado:

Mencionados los factores anteriores, donde se muestra una concentración de población y actividades en ciertos sectores del aglomerado urbano, la demanda de viajes se aglutina sobre determinados recorridos llevando al sistema de transporte público al punto de saturación. Esta situación se da primordialmente en los principales conectores viales y puntos de acceso al centro de la ciudad. Estos viajes radiales, desde los departamentos hacia Capital, se ven perjudicados aún en mayor medida por la falta de conectividad directa entre los departamentos del Gran San Juan. Esto obliga a los usuarios del transporte público a desplazarse hacia el centro de la ciudad para ir a cualquier destino periférico.

Así también, los principales corredores viales, que estructuran la ciudad norte-sur y este-oeste, y la autopista de circunvalación A014 (ver Figura N° 36) carecen de servicios de transporte eficientes y de calidad, y no disponen de una infraestructura adecuada y segura para la circulación de peatones y bicicletas.

Los factores anteriores resultan en un impedimento para aquellas personas que deban desplazarse mediante transporte público en la ciudad. Estos usuarios se ven excluidos del principal entramado de comunicación de la urbe y se ven obligados, en función de sus posibilidades económicas, a optar progresivamente por el transporte privado.

Del mismo diagnóstico del PLAM SJ, resulta interesante consultar los resultados de encuestas de movilidad realizadas para elaboración de este. La información recaudada incluye: decisiones y trayectorias de movilidad de los usuarios, modos de transporte empleados, percepción sobre viajes, motivos y tiempos de viaje, etc. De los resultados de las encuestas se concluye que los lugares de interés ubicados en el centro de la ciudad promueven viajes en transporte público masivo mientras que aquellos que se alejan de esta red existente, fomentan desplazamientos en transporte privado individual, sea automóvil o motocicleta. Ver Figura N° 39 y Figura N° 40.



Fuente: Encuesta de Movilidad Metropolitana 2012, PLAM-SJ.

Figura N° 39 – Distribución modal por centro de atracción en el Gran San Juan. Fuente: PLAM SJ.

Modo/ Motivo elección	Sin Respuesta	Considera que es el más eficiente	Es el único que puede acceder	Es más barato	Es más cómodo	Es más rápido	Otro	Total
Automóvil	22	249	54		47	61	2	435
Bicicleta	13	27	67	7		4	2	120
Colectivo	17	124	481	57	20	31	1	731
Motocicleta	10	77	73	5	7	41		213
Otro		1	3		1		2	7
Remis		16	8		1	16		41
Taxi		1	1		1	4		7
Totalmente a pie	18	26	47	20	13	16	2	142
Total	80	521	734	89	90	173	9	1696

Fuente: Encuesta de Movilidad Metropolitana 2012, PLAM-SJ.

Figura N° 40 – Motivos de elección de modo de transporte en el Gran San Juan. Fuente: PLAM SJ.

Concluyendo, se puede decir que los factores históricos, territoriales, demográficos, sociales y económicos, que se han mencionado anteriormente, destacando la centralización de actividades y la dispersión radial de la población alrededor del distrito central sanjuanino, generan en la actualidad una necesidad de mejora en la configuración territorial y en un replanteo del

---

transporte urbano. A lo anterior se le suma, quizás, falta de políticas claras respecto a estos temas y falta de inversión tanto en infraestructura como en servicios de transporte.

El Plan de Ordenamiento Territorial del Área Metropolitana de San Juan plantea un modelo estructural deseado, proponiendo soluciones basadas en el diagnóstico de los problemas detectados. Uno de los ejes principales de acción resulta ser la movilidad metropolitana, reconociendo como elementos primordiales los corredores este-oeste, norte-sur y la conectividad transversal interdepartamental. Ver Figura N° 36.

### 2.1.1 Movilidad en la Ciudad del Gran San Juan

“La movilidad en el AM-SJ se sustenta en una estructura radial del sistema de transporte con pocas alternativas de conectividad transversal entre los departamentos y una demanda creciente del uso del automóvil particular y la motocicleta.” (“PLAM SJ,” 2015).

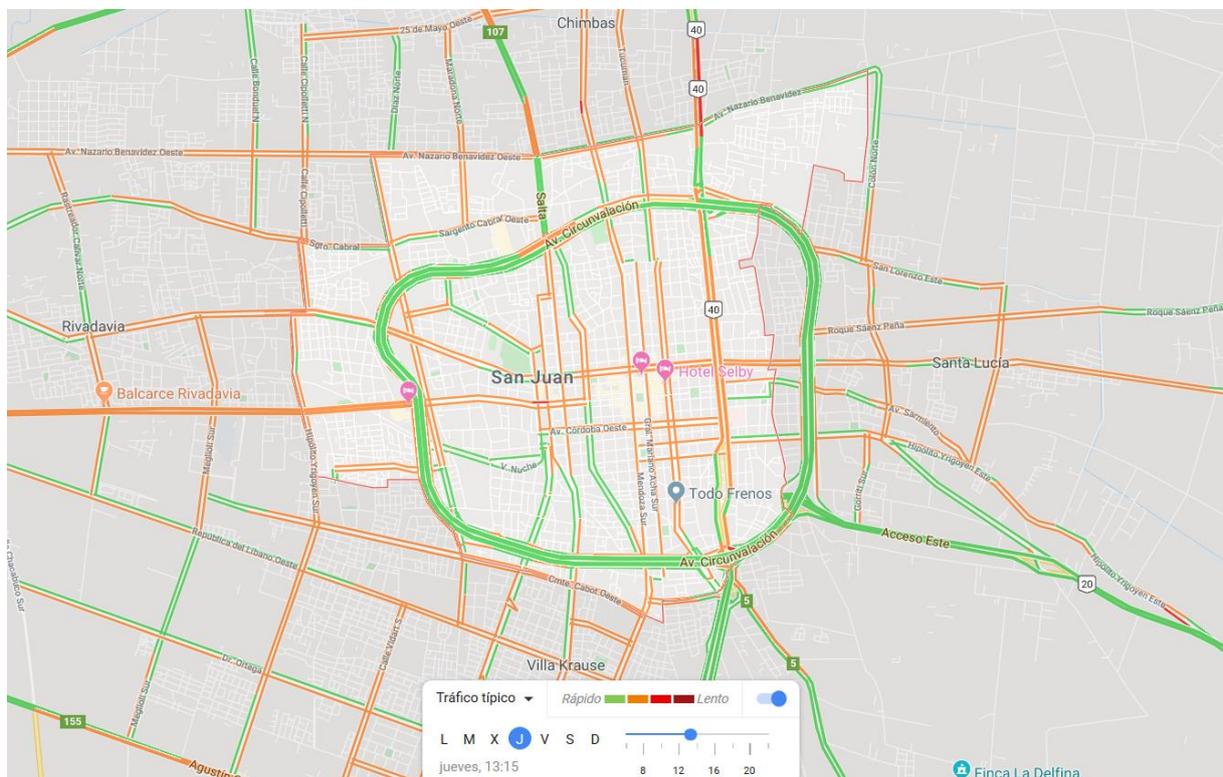
Como bien indica el Plan de Ordenamiento Territorial del Área Metropolitana de San Juan y como se mencionó previamente, la movilidad en el Gran San Juan se realiza de manera radial, desde los departamentos circundantes hacia Capital, dadas las condiciones descriptas anteriormente. A esto se le suma la dificultad de la expansión de la urbe, que alarga las distancias de recorrido, la reducida interconexión entre departamentos perimetrales, la precaria o inexistente infraestructura destinada al transporte masivo y los servicios de transporte público ineficientes y de baja calidad.

Actualmente, la movilidad en el área del Gran San Juan se realiza mediante servicios de autobuses (colectivos) urbanos e interurbanos, que resulta ser el único modo de transporte público disponible, y vehículo privado. Por un lado, los servicios de autobuses poseen líneas de recorrido que se ven obligadas a extenderse para abarcar nuevos ensanches urbanos, comprometiendo tiempos y calidad prestada, y, por otro lado, el número de vehículos privados aumenta, al optar por el automóvil o la motocicleta, debido a la ineficiencia del transporte público. Esto último presenta la contrapartida de un aumento desmedido del parque automotor presente en la ciudad y una sobreocupación de las principales vías radiales, lo que afecta directamente el desempeño de los servicios de autobús. Evidentemente, se presenta un comportamiento cíclico que cada vez empeora la situación de transporte y desplazamiento dentro de la ciudad.

Para explicar con un poco más de claridad el comportamiento de la movilidad en el Gran San Juan primero se debe aclarar su horario laboral más habitual. El horario de comercio y de actividades en general abarca de 8:00 a 13:00 hs y de 16:00 a 21:00 hs, con una interrupción intermedia entre ambas franjas horarias para almuerzo y descanso, lo que acostumbra a hacer en casa. Dado esto, las mayores demandas de desplazamientos se producen a las entradas y salidas de ambos turnos laborales. Según estudios realizados sobre la Av. Libertador General San Martín, el pico de mayor volumen de tránsito se da entre las 13:00 y las 13:30 hs (Mengual et al. 2016). Se hace especial referencia a dicha avenida ya que formará parte del desarrollo en los apartados de Análisis de las alternativas y Estudio de la solución adoptada.

Si se recurre a los mapas de tráfico proporcionados por el servicio en línea de Google Maps (no existen datos de tráfico oficiales gubernamentales), se observa la situación presente en la Figura N° 41 para la ciudad del Gran San Juan. Dicha figura representa el tráfico típico de la ciudad en el horario de las 13:15 hs, para un día jueves.

Como se exhibe en la Figura N° 41, y como se mencionó previamente, el acceso al distrito central sanjuanino se realiza por vías radiales. En esta figura se muestran sólo algunos de los accesos más importantes, destacando el anillo de la autopista de circunvalación A014, accesos sur y norte de la R.N.N° 40, Av. Guillermo Rawson (Figura N° 46), Av. Libertador Gral. San Martín (Figura N° 42), Av. José Ignacio de la Roza (Figura N° 43), acceso este de la R.N.N° 20, calle 9 de Julio/Hipólito Yrigoyen (Figura N° 44), Av. Sarmiento (Figura N° 45), entre otras.



**Figura N° 41 – Tráfico típico de las principales vías del Gran San Juan para un día Jueves a las 13:15 hs. Fuente: Google Maps.**

La Figura N° 41 evidencia aquellas vías en condiciones de operación rápida en color verde, mientras que aquellas que tienden a una operación más lenta se muestran en colores naranja y rojo. La situación que se presenta en dicha gráfica representa fielmente la realidad del tráfico y movilidad en el Gran San Juan.

Las vías radiales que ingresan al centro sanjuanino frecuentemente presentan situaciones de congestión debido al aumento reciente del parque automotor. En la Figura N° 41 se puede observar cómo los accesos este y oeste al interior de la autopista de circunvalación A014 se presentan en color naranja. En el caso de los accesos norte y sur, éstos presentan en varios casos una situación de descongestión al derivar tránsito por la Au. A014. Para ciertas avenidas como

la Av. Libertador Gral. San Martín (Figura N° 42) y Av. José Ignacio de la Roza (Figura N° 43), su situación de operación forzada no cambia mucho a lo largo de todo su recorrido.

De manera generalizada, el acceso desde los departamentos circundantes hacia el centro se ve dificultada por el reciente incremento del parque automotor, la infraestructura vial desactualizada para la demanda, falta de servicios de transportes masivos de calidad, falta de políticas y actuaciones ante esta problemática, etc.

Así mismo, las principales vías de la ciudad no cuentan con sistemas de semaforzación monitorizados y coordinados lo que dificulta un flujo vehicular adecuado y continuo según demanda.

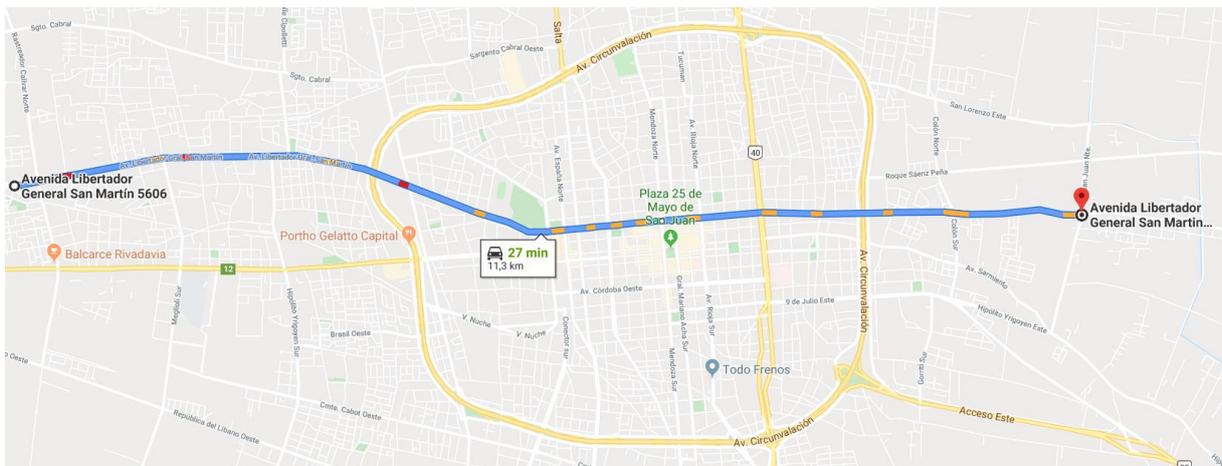


Figura N° 42 – Porción de la Av. Libertador Gral. San Martín, San Juan. Fuente: Google Maps.

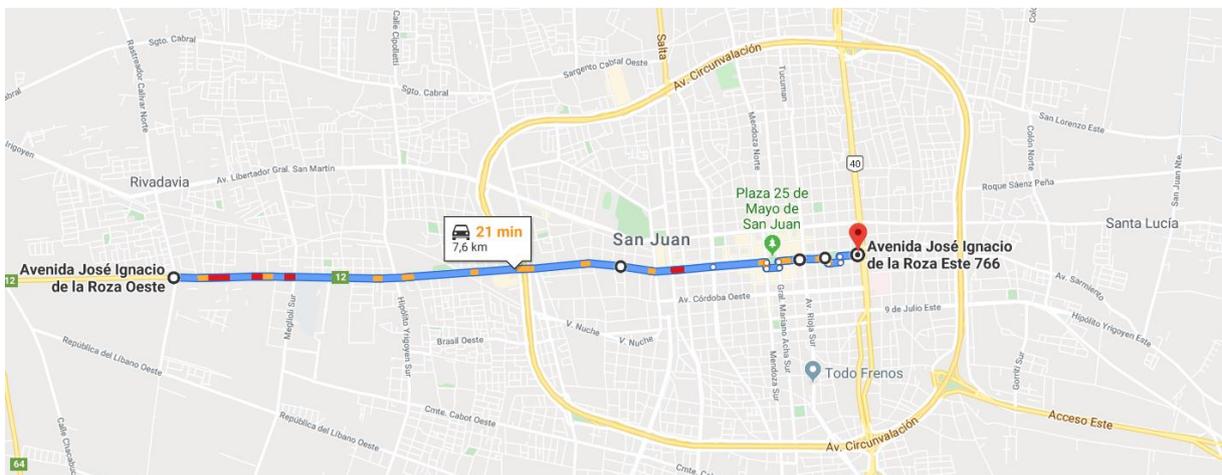


Figura N° 43 – Porción de la Av. José Ignacio de la Roza, San Juan. Fuente: Google Maps.

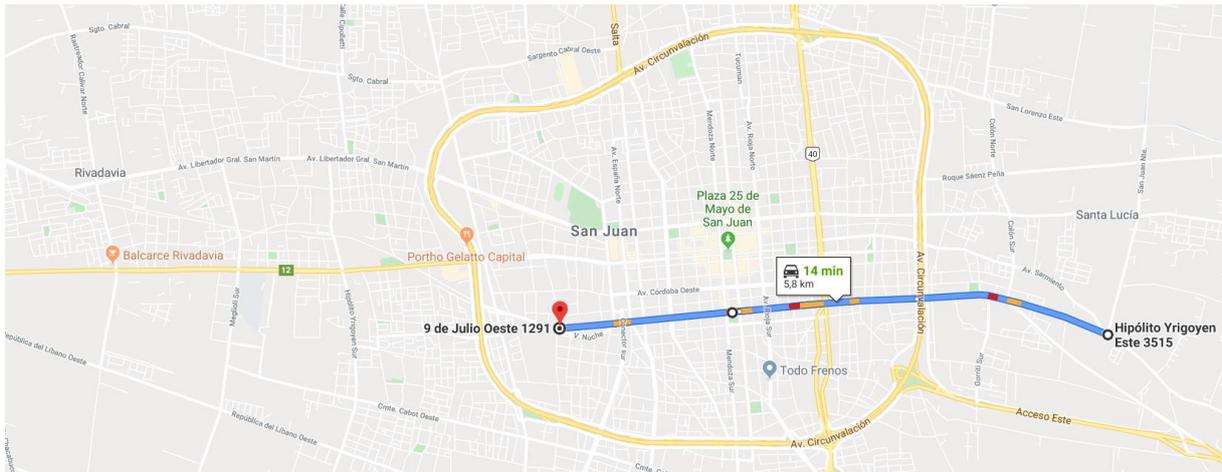


Figura N° 44 – Porción de la Calle 9 de Julio/Hipólito Yrigoyen, San Juan. Fuente: Google Maps.

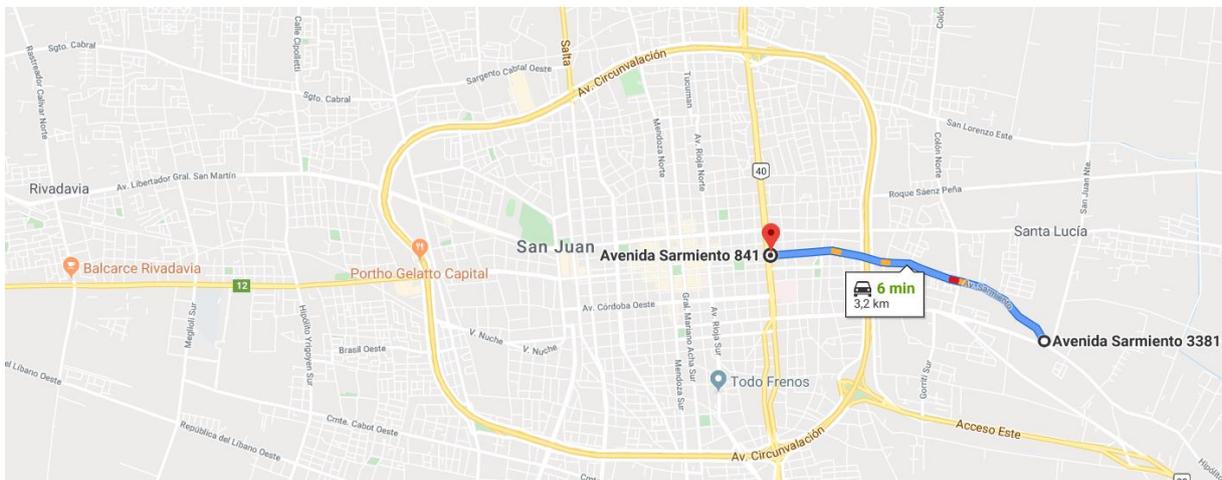


Figura N° 45 – Porción de la Av. Sarmiento, San Juan. Fuente: Google Maps.

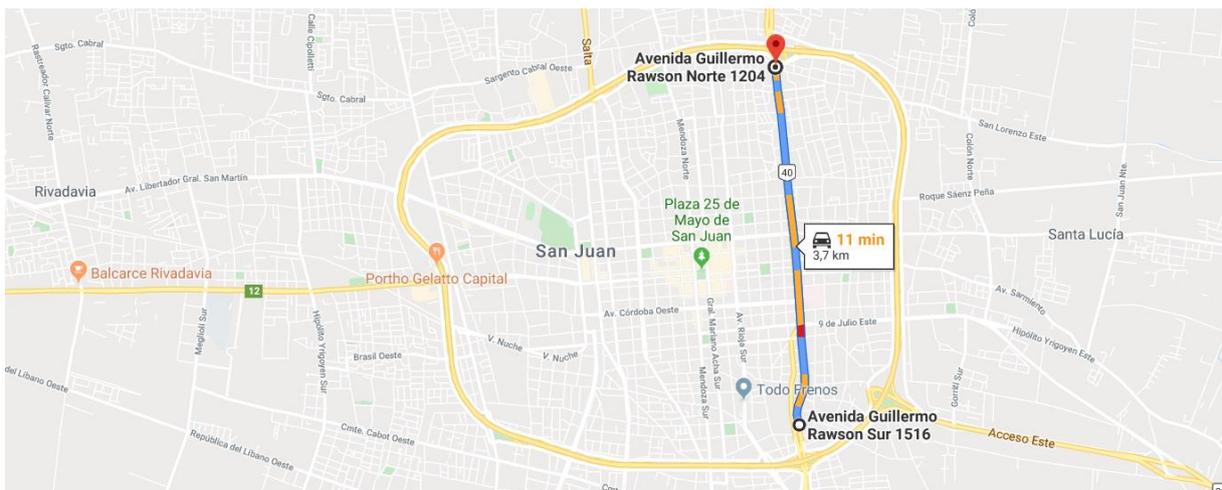


Figura N° 46 – Av. Guillermo Rawson, San Juan. Fuente: Google Maps.

Las Figura N° 47 y Figura N° 48 muestran claramente situaciones de congestión en la circulación vehicular en la ciudad de San Juan. En ambas imágenes se puede apreciar un alto

uso del vehículo privado (generalmente con bajos índices de ocupación), infraestructuras faltas de capacidad para la demanda, falta de regulación en el estacionamiento (aparcamiento), e imprudencia de usuarios. Cabe destacar que en las fotografías citadas hay presencia de autobuses, que sufren una circulación forzada por la situación; esto dificulta el servicio de transporte masivo y su atractivo se ve reducido. Así también, se debe mencionar que el transporte público no dispone de infraestructura adecuada, como pueden ser carriles exclusivos para su circulación.



**Figura N° 47 – Congestión vehicular en acceso al centro de San Juan. Fuente: Diario de Cuyo.**



Figura N° 48 – Circulación vehicular forzada en el centro de San Juan. Fuente: Diario de Cuyo.

“Cualquier sanjuanino que intente estacionar en la ciudad, quedará sin dudas al borde de un ataque de nervios. Es que, en los últimos años, tanto transitar como estacionar en el centro se ha transformado en un verdadero caos. En sólo setenta manzanas, aproximadamente, la Capital concentra todos los organismos de Gobierno –Ejecutivo, legislativo y Judicial-, y las principales áreas comerciales, financieras, de salud y entretenimiento. Por otra parte, la población de San Juan aumentó y también la cantidad de vehículos particulares que circulan por ella, **sin que la conectividad entre los diferentes departamentos del Gran San Juan, sobre todo en el eje Este Oeste, se modificara sustancialmente.** Por ello, cualquier intento de ordenar el tema del tránsito, deberá tener en cuenta múltiple factores.” (Diario La Ventana, 2015).

“Hay que tener mucha paciencia últimamente para circular en vehículo por las calles de la ciudad Capital, sobre todo en horas pico. Ni hablar de conseguir un espacio donde estacionar en la vía pública, algo que se ha transformado en toda una odisea por la gran cantidad de automotores que circulan. Si bien no se sabe con exactitud el déficit de estacionamientos existente, algunos números oficiales permiten apreciar la magnitud de la congestión de tránsito en la capital de la provincia, que afecta tanto a automovilistas como a usuarios del transporte colectivo.” (Diario de Cuyo, 2018).

Las notas citadas anteriormente reflejan la realidad actual de la movilidad en el Gran San Juan, añadiendo, a lo descripto previamente, el factor de falta de aparcamientos (estacionamientos). Según informes, se estima que al centro de la ciudad ingresan diariamente 50400 vehículos

motorizados, aproximadamente, pero que sólo un 11,5% (1 de cada 9 vehículos) de éstos logra aparcar dentro del sistema de estacionamiento medido y regulado. Si se amplía la zona de aparcamiento a algunas cuadras y manzanas más del núcleo central (ver Figura N° 49), considerando simplemente las plazas de aparcamiento públicas y permitidas, el número asciende a 10800. Lo anterior significa que de los 50400 vehículos que ingresan al distrito central, cuyo destino principal es el área de la Figura N° 49, 1 de cada 5 logra estacionar en dicha área o su cercanía.

La Figura N° 50 muestra la situación habitual de las calles y avenidas céntricas sanjuaninas, donde las plazas de aparcamiento se ven completas a lo largo de todo el horario laboral y existe una gran presencia de vehículos excedentes en la urbe, mayoritariamente en búsqueda de estacionamiento.

“No sabemos cuántos vehículos entran a la capital por día, pero sí sabemos que hoy por hoy, no tiene lugares de estacionamiento”, dijo Jorge Oruste, Director de Transito de Capital.’ (Diario de Cuyo, 2018).

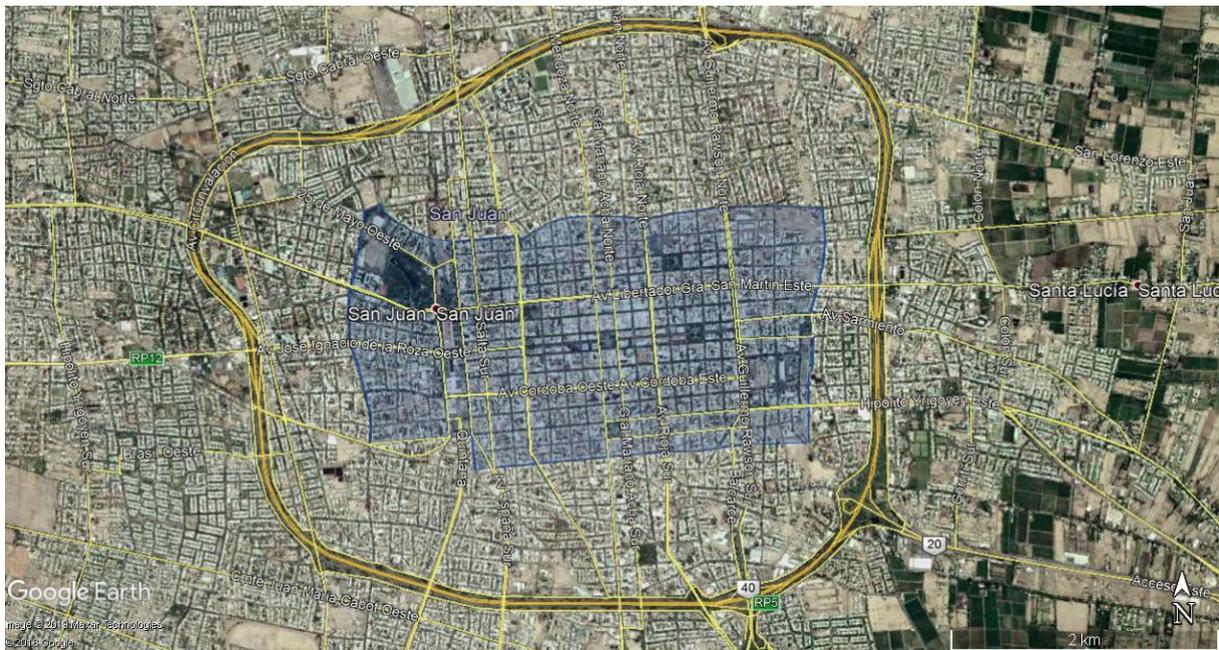


Figura N° 49 – Núcleo central extendido de San Juan. Fuente: Google Earth.



Figura N° 50 – Av. José Ignacio de la Roza, en el centro de San Juan. Plazas de aparcamiento del sistema medido completas. Fuente: Diario La Ventana.

Por último, respecto a movilidad en la ciudad de San Juan, se debe mencionar especialmente a sistema de transporte público de pasajeros existente (líneas de autobuses) y los problemas asociados a este.

Para dar una explicación clara de la situación del transporte público de pasajeros en San Juan, se recurre al estudio *Estructuración, configuración y accesibilidades en el Gran San Juan y alrededores en función de la provisión del servicio de transporte público de pasajeros*, de Tejada y Gallego (2016). En dicho estudio se estudia el transporte público como elemento estructurante y articulador del espacio geográfico. De esta manera, se evalúan recorridos y zonas de influencia de las líneas de autobuses, su relación con el sistema vial, población, y diversos centros de atracción, densidades de recorridos, costos, entre otros factores.

Tejada y Gallego (2016) concluyen en su estudio:

- El sistema de transporte público de pasajeros del Gran San Juan sólo utiliza 421 km del total de 2130 km de la red vial de la ciudad, lo que representa un 19,80%. Ver Figura N° 51.
- La mayor parte del área del Gran San Juan puede acceder al sistema de transporte público de pasajeros en un radio de 500 m, pero el número de líneas disponible es bajo en la mayor parte del aglomerado.
- Las conexiones fuertes del sistema de transporte público son periferia-centro existiendo escasa o nula conexión transversal dentro y entre los departamentos metropolitanos. Ver Figura N° 51.

- Elevada concentración de servicios y centros de interés en el centro, actuando como atractor del servicio de transporte de pasajeros, en contraposición de la distribución de las densidades de población.
- Altas densidades de las cantidades de líneas del servicio de transporte en el centro decayendo a medias en el resto del Gran San Juan y muy bajas en las periferias. Ver Figura N° 51 y Figura N° 52.
- Elevada cantidad de líneas de autobuses circulando en un reducido número de arterias viales. Ver Figura N° 52.
- Deficiencia vial del sistema de transporte público de pasajeros con notorias impedancias a la circulación en dos sectores de población: norte y sur del distrito central.
- Altos costos económicos y grandes distancias que recorre el sistema en el área de estudio. En un recorrido global diario, la sumatoria de todas las longitudes de los trayectos equivaldrían a la circunferencia del ecuador.

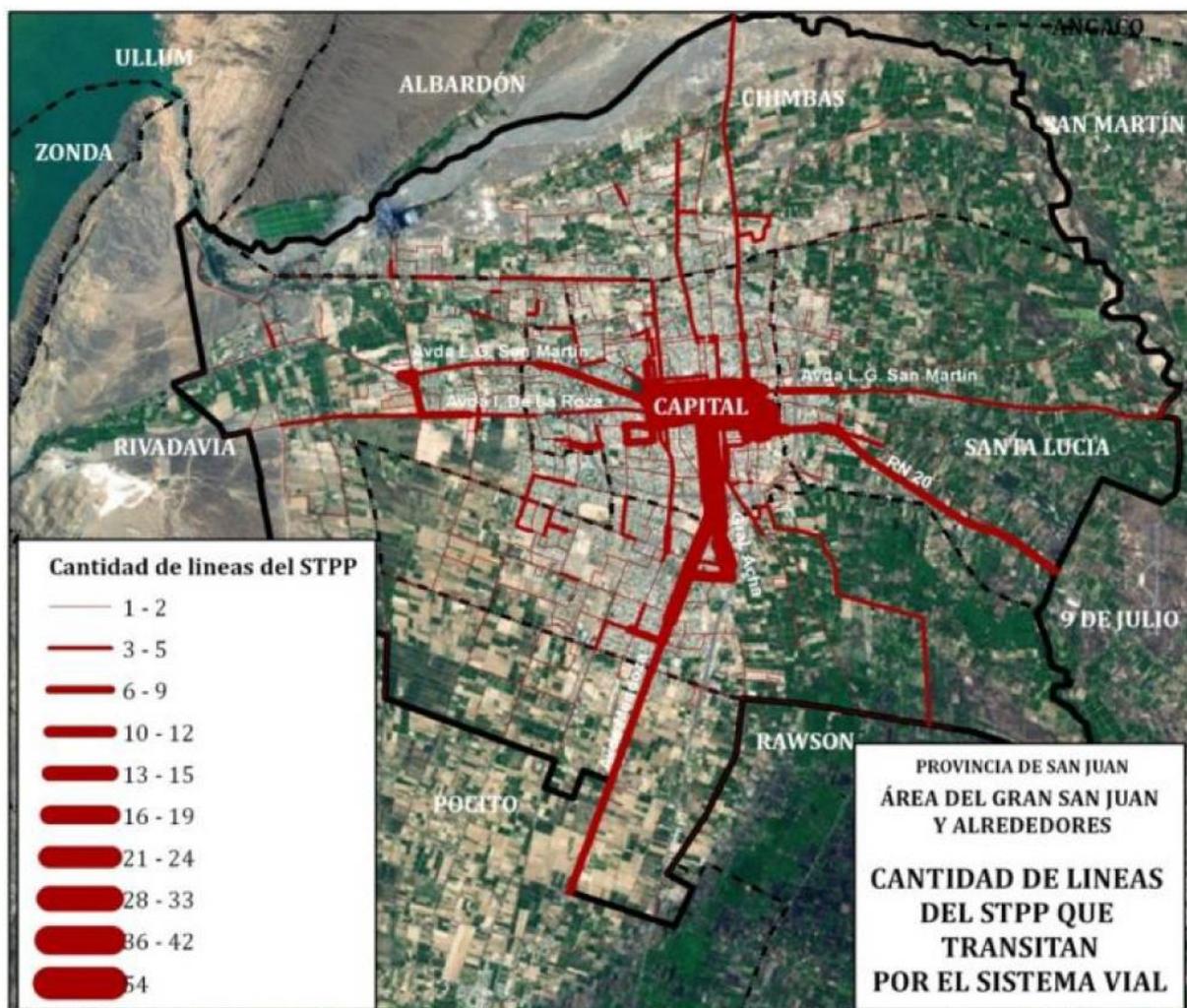


Figura N° 51 – Cantidad de líneas del sistema de transporte público de pasajeros que transitan por el sistema vial del Gran San Juan. Fuente: Tejada y Gallego (2016).

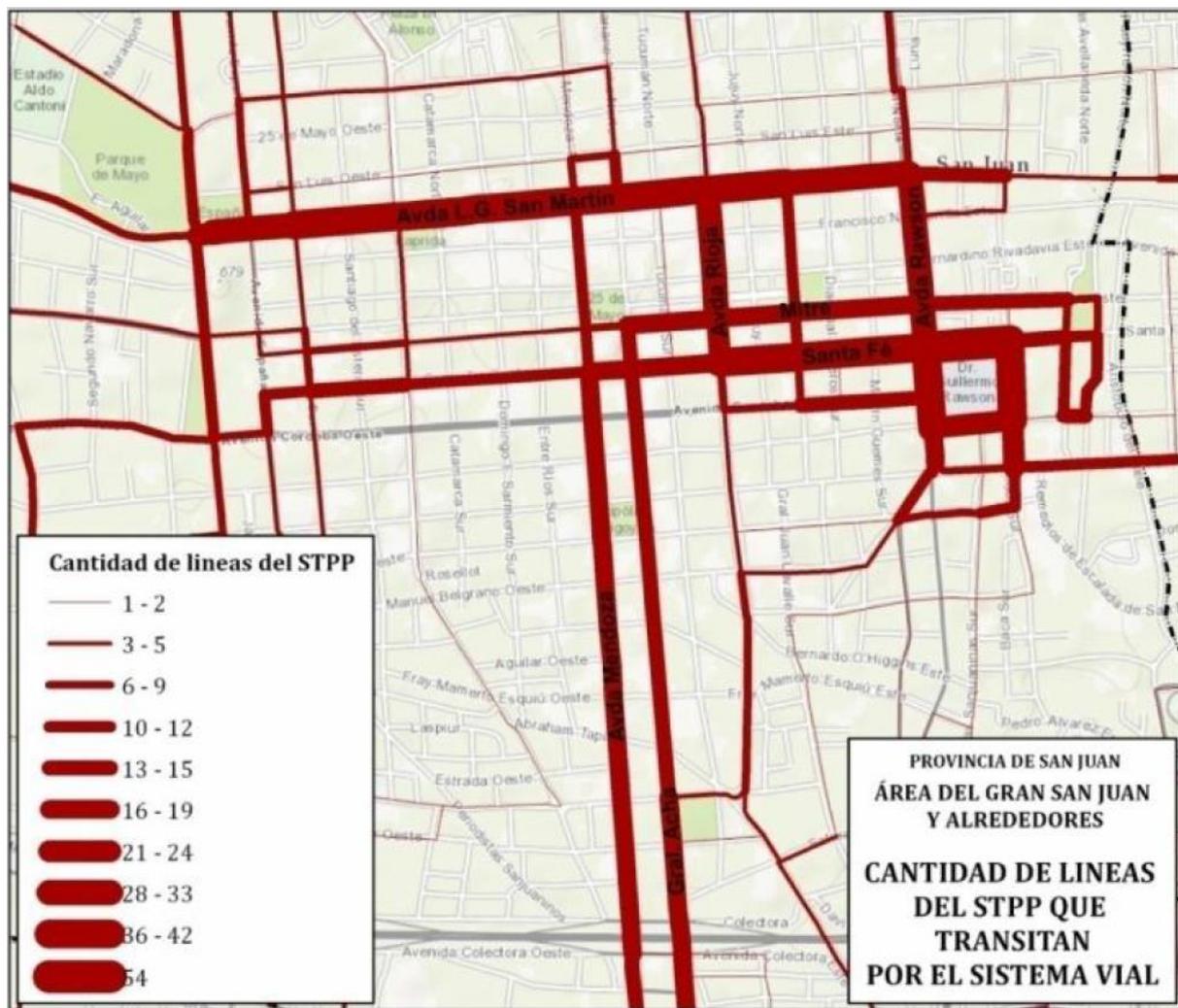


Figura N° 52 – Cantidad de líneas del sistema de transporte público de pasajeros que transitan por el centro de San Juan. Fuente: Tejada y Gallego (2016).

De esta manera queda plasmado el problema funcional del servicio público de transporte de pasajeros, el que, como se dijo previamente, no es exento de la problemática territorial de la ciudad y su evolución histórica.

Derivado de su falta de organización y la falta de disponibilidad de infraestructura, el transporte público del Gran San Juan trae aparejados factores importantes en materia de seguridad de pasajeros y congestión de tránsito.

En referencia a las paradas de autobuses el Diario de Cuyo (2018) menciona: “Están en pleno corazón de la ciudad y generan caos vehicular y ponen en riesgo la seguridad de los pasajeros.” En un informe de dicho periódico se identificaron las paradas de autobús más conflictivas en la ciudad, resultando en correspondencia con la densidad de líneas exhibidas en la Figura N° 52. Las Av. Libertador Gral. San Martín junto a la Av. Rioja, presentan la mayor cantidad de paradas de buses en el centro sanjuanino, a las que se le puede sumar la Av. Guillermo Rawson.

La superposición de los recorridos de línea, en especial en la Av. Libertador Gral. San Martín y la proximidad de sus paradas, generan situaciones caóticas de tránsito y comprometen a los

usuarios a situaciones riesgosas de ascenso y descenso de las unidades. Una situación muy recurrente, que se da en la nombrada avenida, es la que se muestra en la Figura N° 54, donde se puede observar la superposición de seis unidades de autobuses en la proximidad de las paradas establecidas.

Situaciones conflictivas no sólo se dan en las avenidas de mayor importancia, sino que en otras calles del microcentro también se presentan situaciones comprometedoras como es el caso de Calle Santa Fe. En esta, como en tantas otras, se permite el aparcamiento en ambos bordes de calzada, reduciendo el corredor de circulación para los autobuses y tránsito en general. Esta situación muchas veces se ve agravada por la detención en doble fila y el estacionamiento en dársenas de paradas de buses. La Figura N° 55 muestra un ejemplo claro de esta última situación.

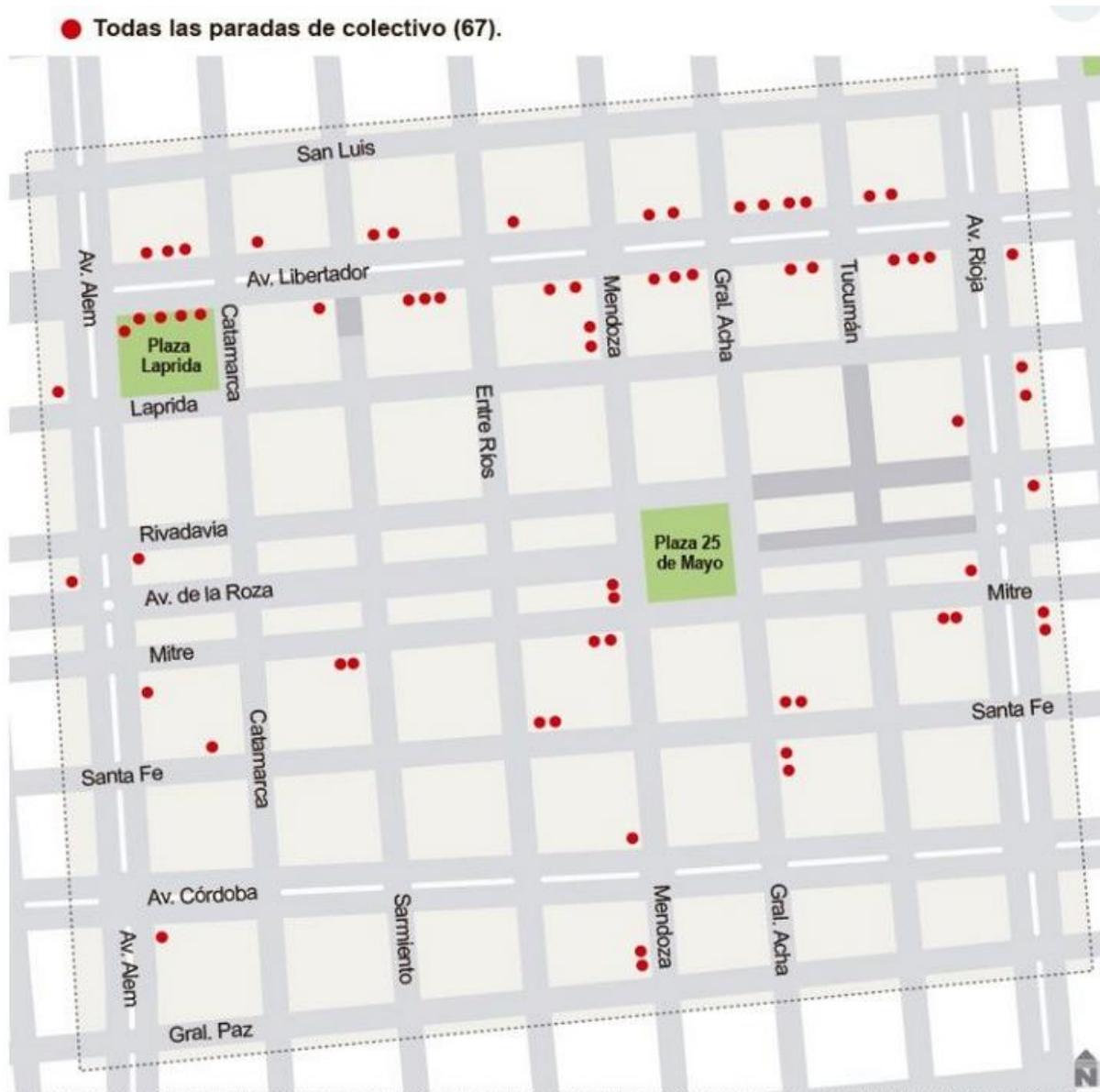


Figura N° 53 – Paradas de autobuses en el microcentro de San Juan. Fuente: Diario de Cuyo.



Figura N° 54 – Concentración de autobuses en Av. Libertador Gral. San Martín, San Juan. Fuente: Diario de Cuyo.

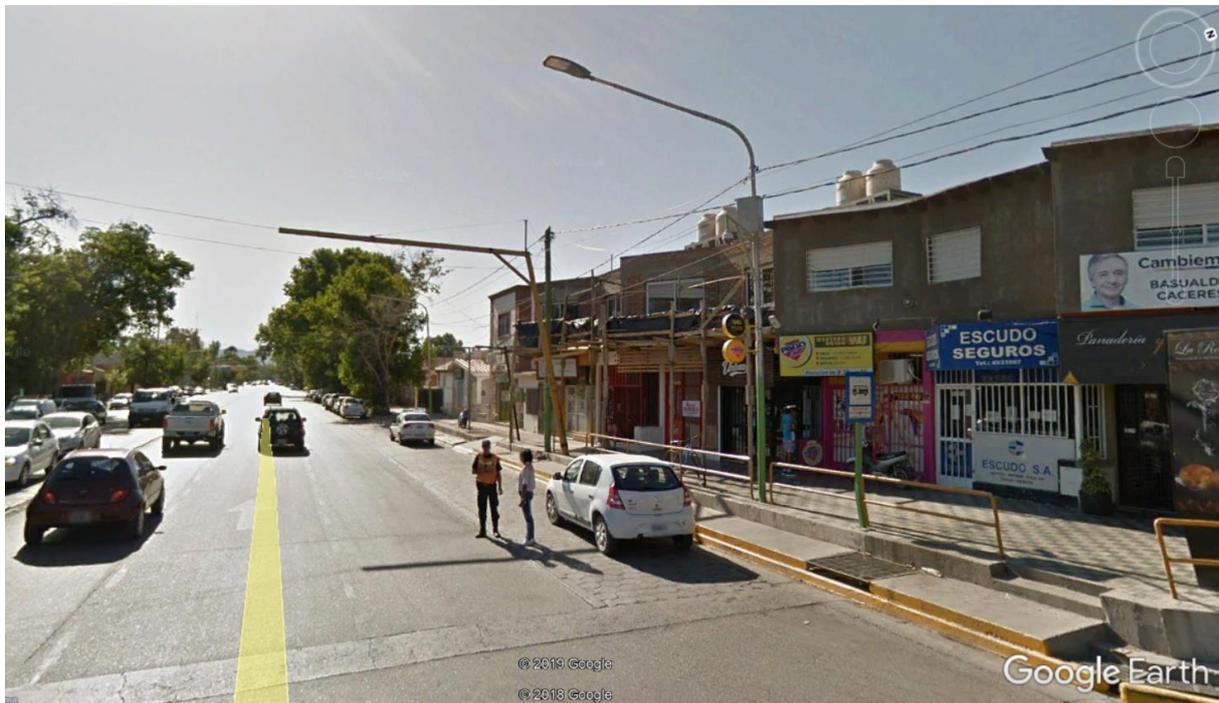


Figura N° 55 – Detención de vehículos en dársena de para de autobuses, Av. Libertador Gral. San Martín, Rivadavia, San Juan. Fuente: Google Earth.

No menos importante, se debe observar la precariedad del mobiliario urbano destinado al servicio de transporte, como puede ser marquesinas, y la falta cartelería e información para el usuario. Un claro ejemplo de esto se puede observar en la Figura N° 56, correspondiente al

microcentro sanjuanino. Condiciones peores se pueden encontrar en los departamentos periféricos donde los usuarios deben esperar la llegada del autobús en condiciones de exposición y desinformación total. Es de uso común y generalizado usar las esquinas como paradas de transporte público ante la inexistencia de información e inexistencia de paradas establecidas en grandes sectores de la ciudad. Ver Figura N° 57.

Cabe mencionar y reiterar la falta de infraestructura adecuada y organización para un desarrollo óptimo de un transporte masivo metropolitano de pasajeros de calidad.



Figura N° 56 – Marquesina de parada de autobuses en el microcentro de San Juan. Fuente: Google Earth.

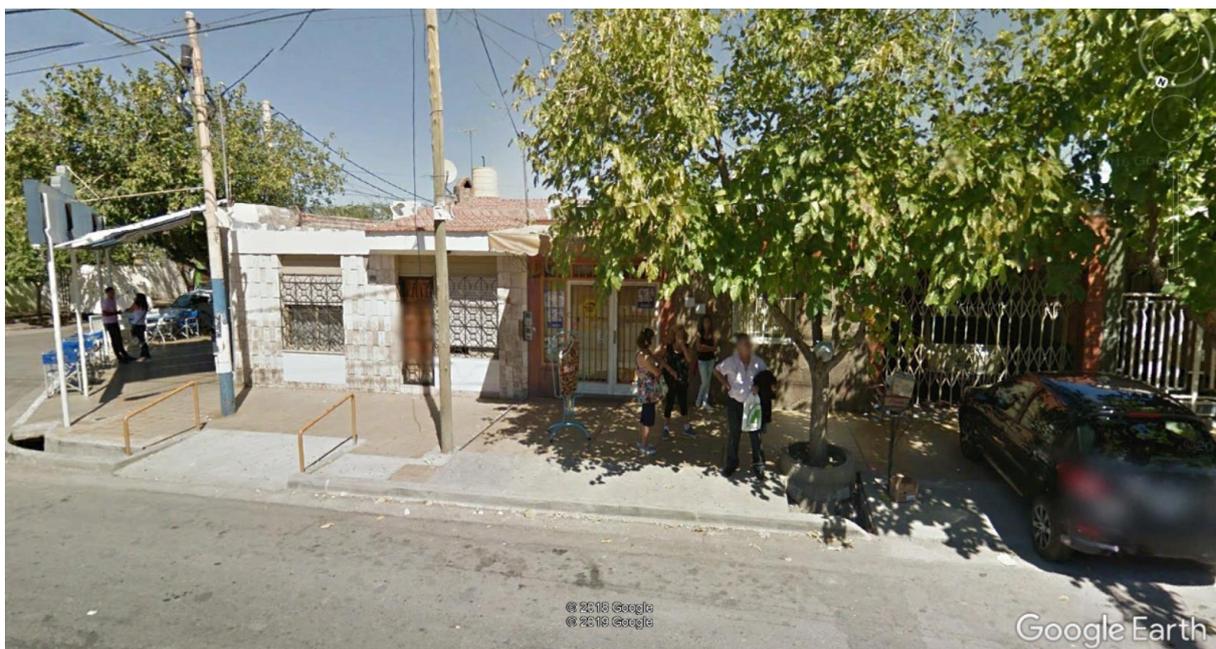


Figura N° 57 – Usuarios del sistema de transporte público de pasajeros esperando bajo la sombra de un árbol. Fuente: Google Earth.

### 2.1.2 Extensión de la problemática a solucionar

Dado el planteo de la situación actual de la movilidad en la ciudad del Gran San Juan y su problemática, se puede concluir que las dificultades presentes no resultan sencillas de encarar dada la complejidad del contexto y sus factores intervinientes. Una solución integral implicaría un gran trabajo interdisciplinar donde no solo se vería involucrado el tema movilidad y transporte, sino también aspectos de planificación territorial y urbana, infraestructuras, manejo ambiental y desarrollo sustentable, entre otros.

Como se identificó previamente, uno de los grandes problemas de movilidad que presenta el Gran San Juan es la conexión interdepartamental entre zonas metropolitanas y el desplazamiento a lo largo de los corredores norte-sur y este-oeste, los que presentan grandes demandas diarias. Ver Figura N° 36.

Así también, el PLAM SJ en su modelo deseado de movilidad, identifica como prioritario dar solución al problema de transporte y movilidad existente mediante la incorporación de sistemas masivos de transporte de pasajeros, tanto en dirección norte-sur como este-oeste. Ver Figura N° 143 en Anexo II.

En base a las necesidades expuestas y enfocándose en materia de movilidad, es que el presente estudio pretende dar una propuesta de mejora al corredor de comunicación este-oeste, que vincula los departamentos de Santa Lucía, Capital y Rivadavia. Como se mencionó en reiteradas ocasiones, este corredor presenta dificultades para el desempeño del traslado de pasajeros y resulta ser estructurante para la ciudad ya que en su zona de influencia se encuentran los dos hospitales más importantes de la ciudad, universidades, administraciones estatales, distritos comerciales, centros de ocio y esparcimiento, centros culturales y gran cantidad de población activa. En la Figura N° 5 se puede apreciar la zona citada.

Se propone la implementación de un sistema férreo tranviario como elemento de transporte masivo metropolitano que recorra la Ciudad del Gran San Juan de este a oeste y viceversa. En apartados siguientes se extienden y detallan sus factores de implantación y adecuación a las necesidades.

## 2.2 Encuestas sobre movilidad en la ciudad

Con el propósito de conocer el estado de la movilidad metropolitana en la Ciudad del Gran San Juan, a través de la apreciación de opinión de sus habitantes, se elaboró una encuesta bajo la plataforma en línea de Google Forms (Formularios de Google) y distribuida mediante redes sociales. Dicha encuesta fue realizada con el fin de obtener datos para el presente estudio y estuvo abierta a contestaciones desde principios de septiembre de 2019 hasta fines de octubre del mismo año. Durante ese periodo aproximado de dos meses se recaudaron 231 respuestas. Ver Figura N° 58.

La encuesta realizada se basó en preguntas con respuestas de opción múltiple para facilitar la cumplimentación por parte del encuestado, y las consultas abarcaron edad, lugar de residencia, lugar de actividades principales, disponibilidad de vehículo propio, tiempos de recorrido,

opiniones sobre accesibilidad a la ciudad, uso del transporte público, evaluación del tránsito y contaminación ambiental, conocimiento de otros medios de transporte, entre otras.

Questions Responses 231

Section 1 of 8

## ENCUESTA SOBRE MOVILIDAD EN EL GRAN SAN JUAN

Esta encuesta está destinada al estudio de la movilidad en la ciudad del Gran San Juan, Argentina. Su objetivo es la mejora del transporte público, el acceso a la Ciudad de San Juan y el desplazamiento dentro de la misma. Se agradece su participación y colaboración.

Figura N° 58 – Encabezado de encuesta sobre movilidad en el Gran San Juan. Fuente: Elaboración propia, Google Forms.

De manera anticipada, se puede decir que los datos de la encuesta realizada para este estudio resultan más que interesantes ya que éstos se corresponden y corroboran, en gran parte, los resultados de encuestas exhibidos por el PLAM SJ, los que se citaron en el apartado Planteo de la problemática y sus factores.

En primer lugar, los resultados arrojaron que la participación en la encuesta estuvo bien marcada por un rango etario característico de jóvenes estudiantes universitarios y adultos jóvenes, destacando un 75,70% de la muestra en un abanico de edades entre 18 y 40 años. Este porcentaje estuvo bien repartido entre las franjas de 18 a 25 años con un 24,70%, de 25 a 30 años con un 25,50% y de 30 a 40 años con un 25,50%. Otro grupo etario de gran presencia fue el de 50 a 60 años con un 13,90%, seguido por el grupo de 40 a 50 años con un 6,10%. El 4,30% restante se distribuyó entre los grupos de 12 a 18 años y de 60 a 65 años, mientras que no se computaron respuestas de menores de 12 años y mayores de 65. En base a lo anterior se puede decir que los resultados asociados a la encuesta son de gran valor ya que éstos están vinculados fuertemente con la población activa, tanto académica como laboralmente. La Figura N° 59 muestra los números en materia de edad.

Edad

231 respuestas

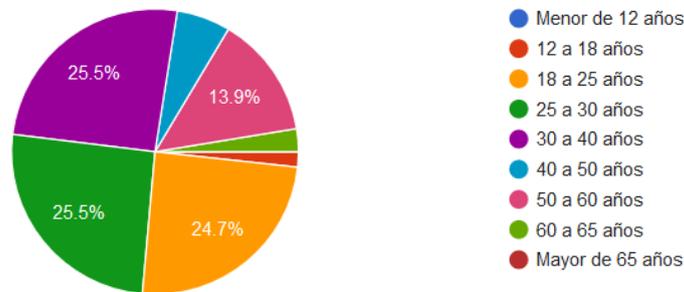


Figura N° 59 – Encuesta sobre movilidad en el Gran San Juan, resultados de edad. Fuente: Elaboración propia, Google Forms.

En segundo lugar, se consultó a los participantes acerca de su localidad de residencia y zona de desarrollo de actividades principales diarias (estudio, trabajo, etc.). Para esto se zonificó el aglomerado en diferentes localidades y barrios conocidos en la ciudad. La Figura N° 60 muestra las zonas más centrales del Gran San Juan, las cuales han tenido más relevancia en la encuesta.

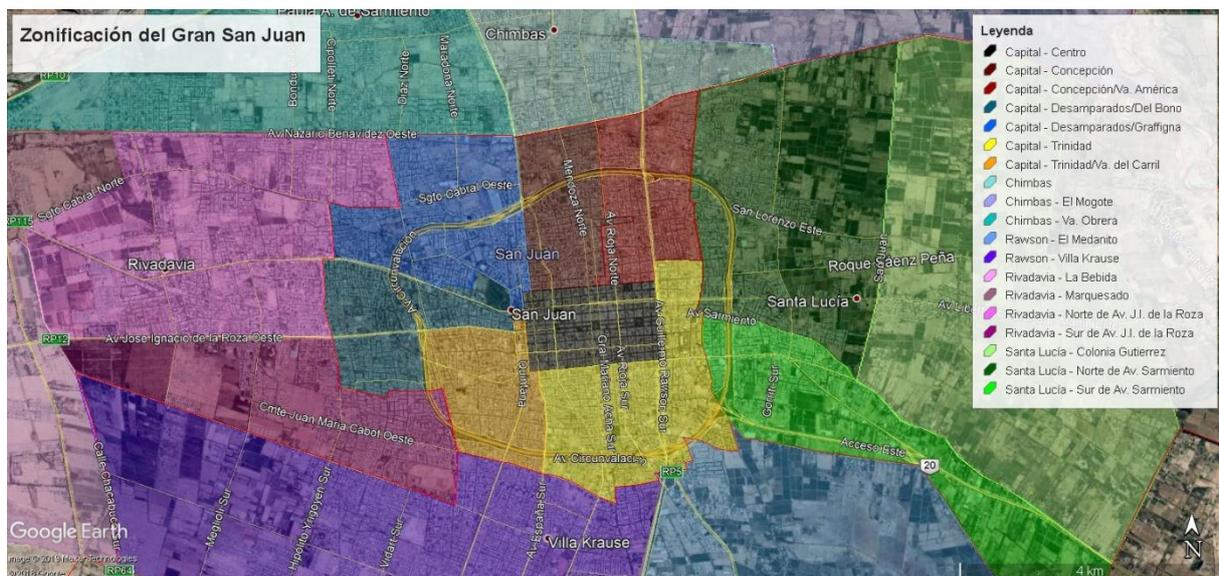


Figura N° 60 – Zonificación del Gran San Juan según localidades y barrios. Fuente: Elaboración propia, Google Earth.

Si se analizan los resultados del sondeo según zona de residencia de los participantes, se obtiene lo que se muestra en la Tabla N° 1. Así mismo, si se tiene en cuenta el corredor este-oeste mencionado en el apartado de Planteo de la problemática y sus factores, se puede observar que un 80,52% de los participantes residen en dicho corredor o una zona asociada al mismo. Ver Figura N° 61.

Tabla N° 1 – Resultado de encuestados según zona de residencia. Fuente: Elaboración propia.

Zonas	Conteo por Zona de residencia	% s/ Zona de residencia
Capital - Centro	50	21,65%
Rivadavia - Norte de Av. José Ignacio de la Roza	34	14,72%
Capital - Desamparados	25	10,82%
Rivadavia - Sur de Av. José Ignacio de la Roza	23	9,96%
Capital - Concepción	20	8,66%
Capital - Trinidad	19	8,23%
Santa Lucía - Norte de Av. Sarmiento	8	3,46%
Rawson - Villa Krause	8	3,46%
Chimbas - Otro	8	3,46%
Rawson - Otro	8	3,46%
Santa Lucía - Sur de Av. Sarmiento	7	3,03%
Otra localidad	5	2,16%
Rivadavia - La Bebida	4	1,73%
Rawson - El Medanita	3	1,30%
Pocito - Otro	3	1,30%
Santa Lucía - Colonia Gutiérrez	1	0,43%
Rivadavia - Marquesado	1	0,43%
Rawson - Villa Bolaños	1	0,43%
Pocito - Villa Nacusi / Villa Barboza	1	0,43%
Chimbas - Villa Paula Albarracín de Sarmiento	1	0,43%
Santa Lucía - Alto de Sierra	1	0,43%
<b>Total general</b>	<b>231</b>	<b>100,00%</b>

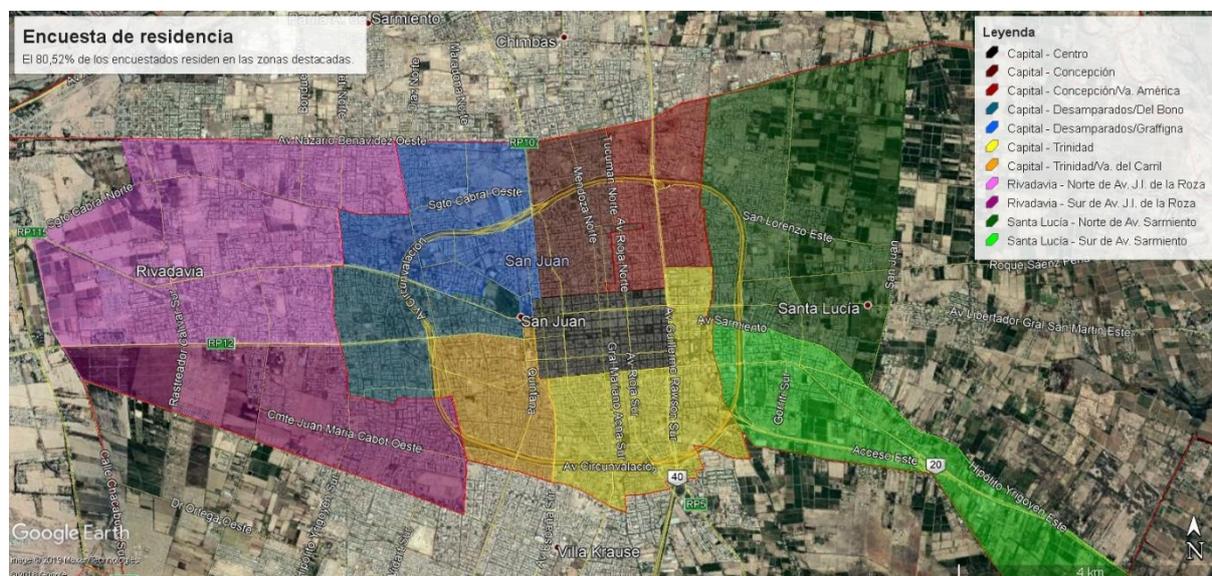


Figura N° 61 – El 80,52% de los encuestados residen en las zonas destacadas. Fuente: Elaboración propia, Google Earth.

Por otro lado, se encuestó acerca de la zona de la ciudad donde el encuestado realiza sus actividades principales, ya sea trabajo, estudio u otro. La Tabla N° 2 muestra el conteo y porcentaje según destino. Estos resultados son más que interesantes ya que verifican lo expuesto

en el apartado de Planteo de la problemática y sus factores respecto a la concentración de puestos laborales en el centro de San Juan y sus alrededores. La Figura N° 62 muestra las áreas del Gran San Juan donde se concentra el 84,85% de las actividades principales desarrolladas por los encuestados. Se debe destacar que el 58,01% de los encuestados concurren al centro (zona negra con borde blanco en Figura N° 62) para la realización de dichas actividades.

Tabla N° 2 - Resultado de encuestados según zona de actividad principal. Fuente: Elaboración propia.

Zonas	Conteo s/ Zona de actividad ppal.	% s/ Zona de actividad ppal.
Capital - Centro	134	58,01%
Rivadavia - Norte de Av. José Ignacio de la Roza	19	8,23%
Rivadavia - Sur de Av. José Ignacio de la Roza	13	5,63%
Capital - Trinidad	11	4,76%
Capital - Desamparados	11	4,76%
Otra localidad	10	4,33%
Capital - Concepción	8	3,46%
Chimbas - Otro	4	1,73%
Rawson - Otro	4	1,73%
Rivadavia - La Bebida	3	1,30%
Rawson - Villa Krause	3	1,30%
Santa Lucía - Sur de Av. Sarmiento	2	0,87%
Rivadavia - Marquesado	2	0,87%
Angaco	2	0,87%
Pocito - Otro	2	0,87%
Santa Lucía - Norte de Av. Sarmiento	1	0,43%
Albardón	1	0,43%
Chimbas - Villa Obrera	1	0,43%
<b>Total general</b>	<b>231</b>	<b>100,00%</b>

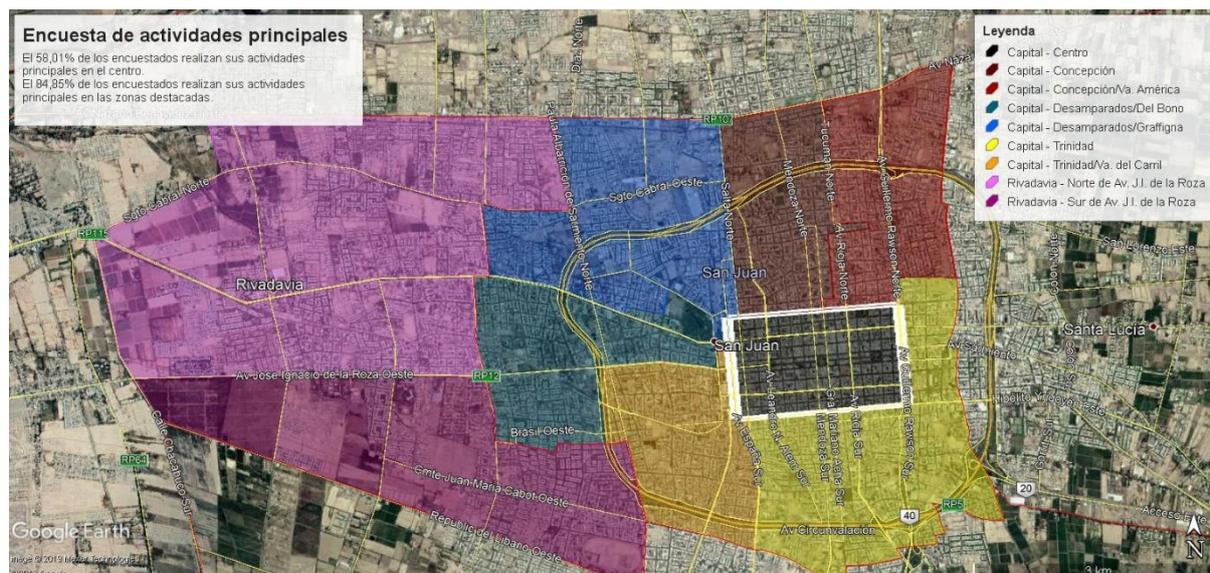


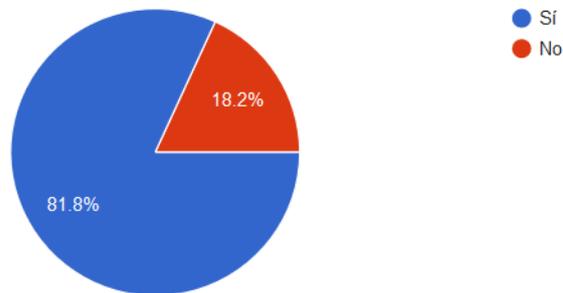
Figura N° 62 - El 58,01% de los encuestados realizan sus actividades principales en el centro de San Juan. Fuente: Elaboración propia, Google Earth.

En tercer lugar, entrando en tema de movilidad, se consultó a los encuestados respecto a la disponibilidad de transporte privado (sea automóvil, bicicleta, etc.) y cuál de éstos disponen, reflejando que un 81,8% de la muestra dispone de un vehículo propio, contra un 18,2% que no. Ver Figura N° 63. La Figura N° 64 muestra la disponibilidad de vehículo según tipo.

Estos resultados respecto a disponibilidad de vehículo propio pueden dar indicio de la tendencia de la movilidad con crecimiento del transporte privado identificada por el PLAM SJ. A pesar de este indicio, los números indican una importante participación, aunque no mayoritaria, en la elección del autobús como medio de transporte entre el lugar de residencia y el lugar donde el encuestado desarrolla sus actividades principales diarias. Ver Figura N° 65. De todos modos, la elección de un modo de transporte privado resulta preponderante.

¿Cuenta usted con vehículo propio? (cualquier tipo de vehículo como auto, bicicleta, etc)

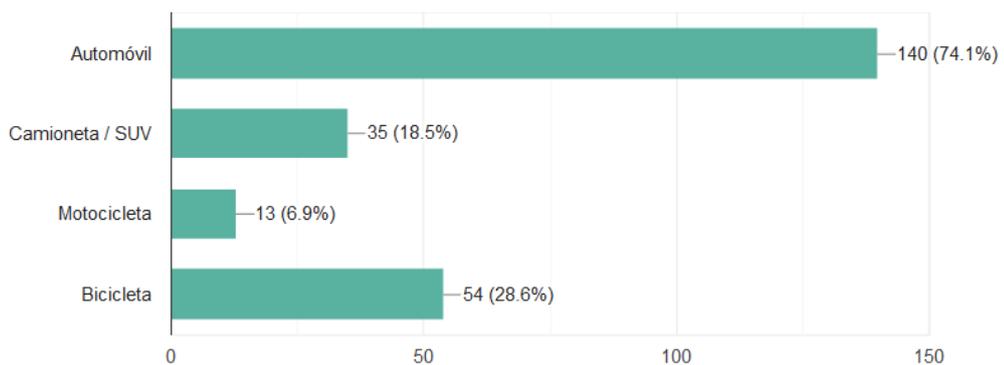
231 respuestas



**Figura N° 63 - Encuesta sobre movilidad en el Gran San Juan, resultados de disponibilidad de vehículo propio. Fuente: Elaboración propia, Google Forms.**

Indique el tipo de vehículo con el que dispone

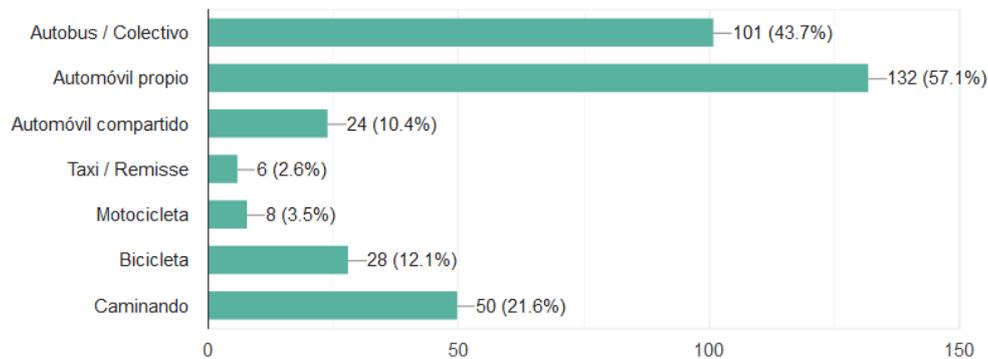
189 respuestas



**Figura N° 64 - Encuesta sobre movilidad en el Gran San Juan, resultados de tipo de vehículo a disposición. Fuente: Elaboración propia, Google Forms.**

¿Qué tipo o tipos de transporte suele emplear para desplazarse de su residencia al lugar donde desarrolla sus actividades principales?

231 responses



**Figura N° 65 - Encuesta sobre movilidad en el Gran San Juan, resultados de tipo de transporte entre residencia y lugar de actividades principales. Fuente: Elaboración propia, Google Forms.**

En continuidad con estos aspectos de movilidad se consultó sobre el tiempo de traslado entre el lugar de residencia y su centro de actividades principales. En este tópico se obtuvo un 27,30% para el rango de 10-15 min., 17,60% para el de 15-20 min., 12,80% para el de 5-10 min., 11,50% para el de 20-25 min., 9,30% para el de 30-40 min., 7,50% para el de 25-30 min., 6,60% para el de más de 50 min., 5,30% para el de 40-50 min., y 2,20% para el de menos de 5 minutos.

Así también se pudo recaudar información sobre comienzo y finalización de las actividades principales de los encuestados. Éstas se encuentran entre las 7:00 y 8:59 hs, en un 77,06% de los casos (un 43,72% para las 8:00 hs) para el comienzo, y entre las 12:00 y las 14:59 hs y entre las 20:00 y las 21:59 hs para la finalización. Los picos se dan a las 8:00 hs, 13:00 hs y 21:00 hs.

En consideración con la dificultad de acceso a los diferentes lugares donde desarrollan sus actividades principales, los encuestados consideraron en un 58,90% que no es difícil acceder con el transporte que tienen a su alcance, mientras que un 30,30% sí lo considera difícil y un 10,80% se mantuvo indeciso. Ver Figura N° 66.

¿Considera que es difícil acceder a su lugar de actividades principales mediante la disponibilidad de transporte que tiene a su alcance?

231 respuestas

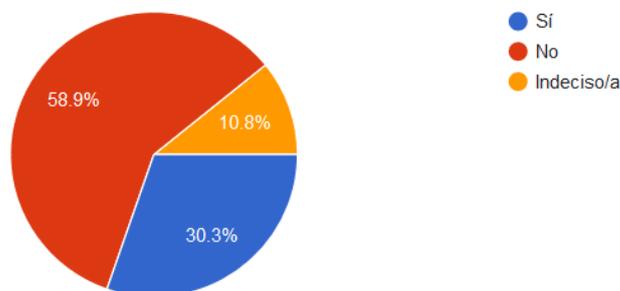


Figura N° 66 - Encuesta sobre movilidad en el Gran San Juan, resultados de dificultad de acceso a lugar de actividades principales. Fuente: Elaboración propia, Google Forms.

Con el fin de conocer la existencia de viajes de segundo orden entre los participantes de la encuesta, se les consultó sobre la realización de actividades secundarias como actividades deportivas, culturales, sociales, esparcimiento, etc., a lo que se respondió positivamente en un 85,30% de los casos y negativamente en un 14,70%. De los casos positivos, un 38,60% realizan actividades secundarias tres veces a la semana, 25,90% dos veces, 13,70% cinco veces, 11,70% cuatro veces, 5,60% más de cinco veces y 4,60% sólo una vez a la semana.

Ante la consulta de la zona donde el participante desarrolla dicha actividad secundaria, se obtuvieron los resultados de la Tabla N° 3, donde vuelve a resaltar el centro de la ciudad como concentrado de actividades, seguido de la localidad de Desamparados y Rivadavia al norte de la Av. José Ignacio de la Roza. Estas dos últimas zonas se han visto revalorizadas en la última década y se han instalado gran cantidad de bares, restaurantes y centros de ocio en general.

Respecto al origen del viaje hacia una actividad secundaria, un 82,20% de los encuestados parten desde su hogar, mientras que un 17,80% parten desde el lugar donde realiza su actividad primaria.

Tabla N° 3 - Resultado de encuestados según zona de actividad secundaria. Fuente: Elaboración propia.

Zonas	Conteo s/ Zona de actividad secundaria	% s/ Zona de actividad secundaria
Capital - Centro	86	43,65%
Capital - Desamparados	31	15,74%
Rivadavia - Norte de Av. José Ignacio de la Roza	23	11,68%
Otra localidad	10	5,08%
Capital - Trinidad	9	4,57%
Rivadavia - Sur de Av. José Ignacio de la Roza	8	4,06%
Capital - Concepción	8	4,06%
Rawson - Otro	6	3,05%
Rivadavia - Marquesado	4	2,03%
Santa Lucía - Alto de Sierra	4	2,03%
Chimbas - Otro	3	1,52%

Zonas	Conteo s/ Zona de actividad secundaria	% s/ Zona de actividad secundaria
Santa Lucía - Sur de Av. Sarmiento	2	1,02%
Santa Lucía - Norte de Av. Sarmiento	1	0,51%
Pocito - Otro	1	0,51%
Rawson - El Medanito	1	0,51%
<b>Total general</b>	<b>197</b>	<b>100,00%</b>

En comparación con la Figura N° 65, la Figura N° 67 refleja que el comportamiento de los encuestados cambia frente al desplazamiento para recreación, ocio o segunda actividad en el día. El uso del autobús urbano cae respecto a la Figura N° 65 y aumenta el uso del automóvil propio. Analizando esto de manera superficial, los usuarios retornan a casa del trabajo o estudio, y emprenden un desplazamiento a su segunda actividad en automóvil, en horarios con menos densidad vehicular y mayor oferta de aparcamiento.

¿Qué tipo o tipos de transporte suele emplear para desplazarse a su lugar de actividad secundaria?

197 respuestas

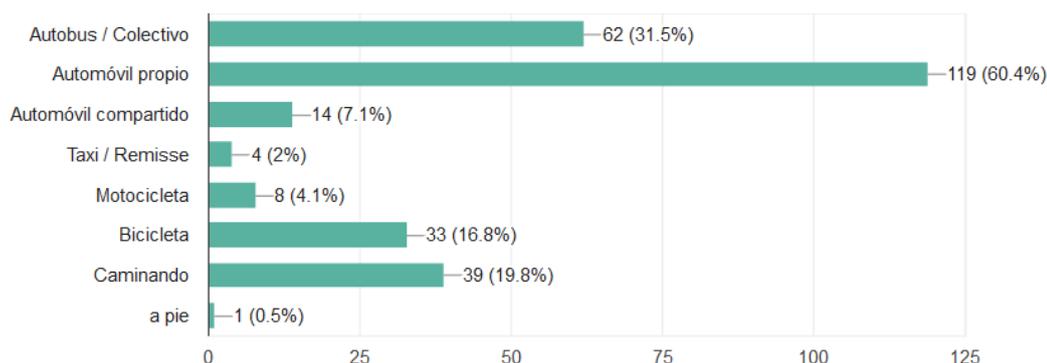


Figura N° 67 - Encuesta sobre movilidad en el Gran San Juan, resultados de tipo de transporte entre residencia y lugar de actividades secundarias. Fuente: Elaboración propia, Google Forms.

Retomando el tema de tiempos de viaje, se consultó sobre el tiempo de traslado entre el lugar de residencia y su centro de actividades secundarias. En este tópico se obtuvo un 27,30% para el rango de 10-15 min., 18,00% para el de 15-20 min., 16,00% para el de 5-10 min., 7,20% para el de 20-25 min., 8,80% para el de 30-40 min., 14,90% para el de 25-30 min., 3,10% para el de más de 50 min., 3,10% para el de 40-50 min., y 1,50% para el de menos de 5 minutos.

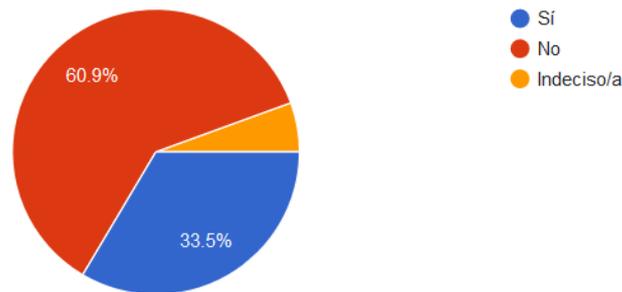
Así también se pudo recaudar información sobre comienzo y finalización de las actividades secundarias de los encuestados. Éstas se encuentran entre las 20:00 y 21:59 hs, en un 38,07% de los casos para el comienzo (se presenta una dispersión de horarios de inicio amplia por las tardes), y entre las 21:00 y las 23:59 hs para la finalización. Los picos se dan a las 20:00 hs y 22:00 hs.

En consideración con la dificultad de acceso a los diferentes lugares donde desarrollan sus actividades secundarias, los encuestados consideraron en un 60,90% que no es difícil acceder

con el transporte que tienen a su alcance, mientras que un 33,50% sí lo considera difícil y un 5,60% se mantuvo indeciso. Ver Figura N° 68, los resultados se mantienen similares a la opinión de la Figura N° 66.

¿Considera que es difícil acceder a su lugar de actividades secundarias mediante la disponibilidad de transporte que tiene a su alcance?

197 responses

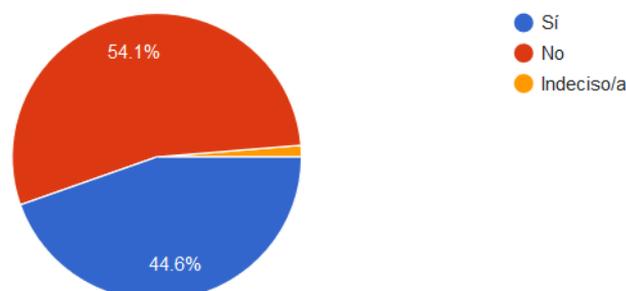


**Figura N° 68 - Encuesta sobre movilidad en el Gran San Juan, resultados de dificultad de acceso a lugar de actividades secundarias. Fuente: Elaboración propia, Google Forms.**

Entrando en materia de transporte público de pasajeros, el 44,60% de los encuestados respondieron emplear el autobús frecuentemente para desplazarse en el Gran San Juan. Otro 54,10% respondió no usarlo frecuentemente, mientras que el porcentaje restante se mantuvo indeciso. Así mismo, fueron consultados respecto a la cantidad y calidad de la oferta del servicio de transporte y los resultados fueron: un 59,40% considera que la oferta es insuficiente, un 33,00% la considera suficiente y un 7,50% se mantiene indeciso; y por otro lado, un 56,60% considera que la oferta es de regular calidad, un 23,60% la considera de mala calidad y el restante 19,80% de buena calidad. Ver Figura N° 69 y Figura N° 70.

¿Usa frecuentemente el servicio de transporte público (colectivos) para desplazarse en el Gran San Juan?

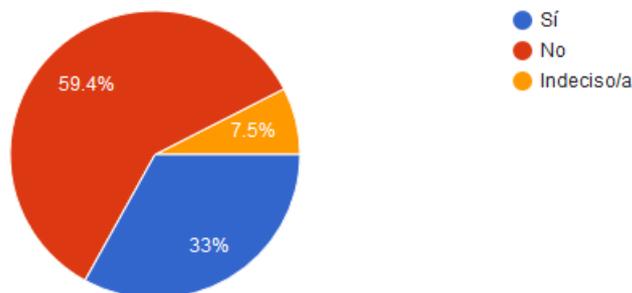
231 responses



**Figura N° 69 - Encuesta sobre movilidad en el Gran San Juan, resultados de uso del transporte público de pasajeros entre los participantes. Fuente: Elaboración propia, Google Forms.**

¿Considera suficiente la oferta de transporte público (colectivo) existente?

106 responses



¿Cómo evaluaría usted la calidad del servicio de transporte público (colectivo) en el Gran San Juan?

106 responses

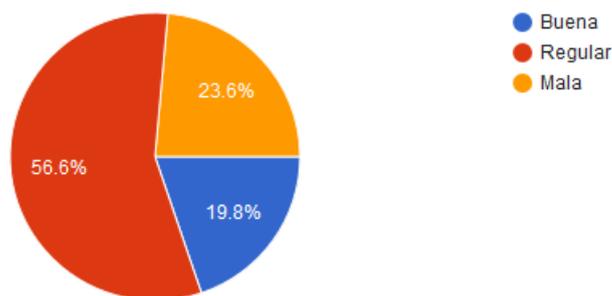


Figura N° 70 - Encuesta sobre movilidad en el Gran San Juan, resultados de apreciación cantidad y calidad del transporte público según los participantes. Fuente: Elaboración propia, Google Forms.

Por otro lado, a los usuarios frecuentes del servicio de transporte público de pasajeros se les solicitó estimar el número de viajes que realizan tanto diaria, como semanalmente. Así también, se les consultó por la cantidad de viajes realizados los fines de semana. Ver Tabla N° 4, Tabla N° 5 y Tabla N° 6. Los promedios ponderados para los viajes resultan: entre 1 y 2 (1,3) los fines de semana, 10 viajes en la semana, y entre 2 y 3 (2,4) viajes por día.

Tabla N° 4 - Resultado de número de viajes semanales en transporte público realizado por los encuestados. Fuente: Elaboración propia.

Nº de viajes semanales en TP	Frecuencia	%
1	5	4,72%
2	6	5,66%
3	7	6,60%
4	10	9,43%
5	9	8,49%
6	7	6,60%
7	3	2,83%

Nº de viajes semanales en TP	Frecuencia	%
8	7	6,60%
9	1	0,94%
10	14	13,21%
12	5	4,72%
14	2	1,89%
15	5	4,72%
16	6	5,66%
17	1	0,94%
18	1	0,94%
20	9	8,49%
22	1	0,94%
23	1	0,94%
24	1	0,94%
25	1	0,94%
más de 25	4	3,77%
<b>Total general</b>	<b>106</b>	<b>100,00%</b>

Tabla Nº 5 - Resultado de número de viajes diarios en transporte público realizado por los encuestados. Fuente: Elaboración propia.

Nº de viajes diarios en TP	Frecuencia	%
0	9	8,49%
1	14	13,21%
2	52	49,06%
3	2	1,89%
4	19	17,92%
5	3	2,83%
más de 5	7	6,60%
<b>Total general</b>	<b>106</b>	<b>100,00%</b>

Tabla Nº 6 - Resultado de número de viajes en fines de semana en transporte público realizado por los encuestados. Fuente: Elaboración propia.

Nº de viajes en fines de semana en TP	Frecuencia	%
0	47	44,34%
1	16	15,09%
2	24	22,64%
3	3	2,83%
4	13	12,26%
más de 4	3	2,83%
<b>Total general</b>	<b>106</b>	<b>100,00%</b>

Otro dato importante respecto al transporte público de pasajeros es que un 65,10% de los encuestados no realiza conexiones con otras líneas de autobús, mientras que el 34,90% restante

si lo hace. Esto puede deberse a los largos recorridos de los buses y las estructuras de línea de estos.

Por último, la encuesta contuvo preguntas acerca tránsito y transporte en la Ciudad del Gran San Juan para conocer aspectos como: apreciación sobre orden vehicular, apreciación sobre la contaminación presente, aceptación o rechazo de otros tipos de transporte público, etc. Los resultados se muestran a continuación:

Por un lado, la apreciación de la contaminación presente en la ciudad resulta interesante ya que la mayoría de los participantes observan, principalmente, niveles medios y altos de contaminación, tanto atmosférica como sonora y visual. Ver Figura N° 71.

¿Cómo considera usted el nivel de contaminación, en el Gran San Juan, asociado al tránsito y transporte?

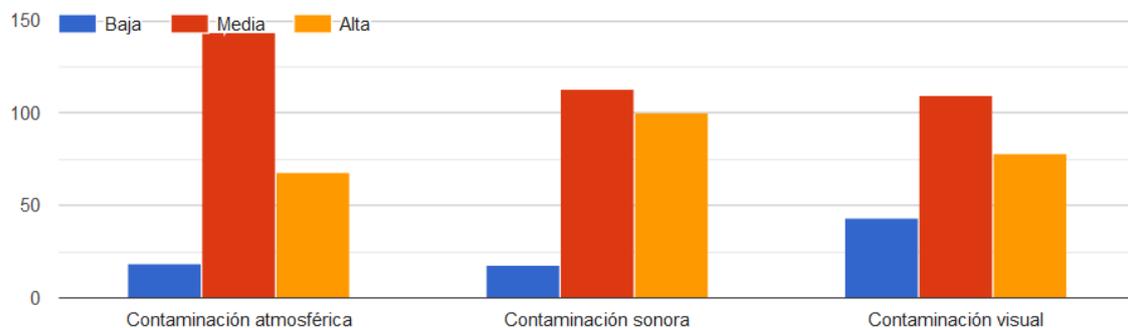


Figura N° 71 - Encuesta sobre movilidad en el Gran San Juan, resultados de apreciación de contaminación en el Gran San Juan asociado al tránsito y transporte. Fuente: Elaboración propia, Google Forms.

En aspectos de ordenamiento del tránsito las respuestas respaldan cuestiones planteadas en la problemática y se reflejan en que 35,50% de los encuestados considera que el orden del tránsito es malo, un 58,40% lo considera regular y el restante 6,10% lo aprecia como bueno. Esto deja claramente ver que existen inconvenientes graves en la circulación vehicular. Ver Figura N° 72.

De manera más repartida y equilibrada, se encuentran las opiniones respecto al responsable de la obstrucción vial. Por un lado, un 42,40% considera que el transporte público dificulta la circulación vehicular de particulares, por otro, un 36,40% considera que la circulación vehicular de particulares perjudica al transporte público, y el 21,20% restante se mantuvo indeciso. Estos resultados pueden dar a ver un pensamiento con tendencia a la movilidad privada. Ver Figura N° 73.

¿Cómo evaluaría usted el ordenamiento del tránsito en el Gran San Juan?

231 respuestas

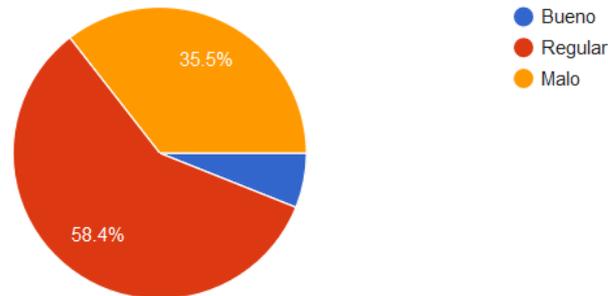


Figura N° 72 - Encuesta sobre movilidad en el Gran San Juan, resultados de apreciación de ordenamiento del tránsito en el Gran San Juan. Fuente: Elaboración propia, Google Forms.

¿Considera que la circulación vehicular de particulares compromete el desempeño del transporte público, o el transporte público obstruye la circulación vehicular de particulares?

231 respuestas

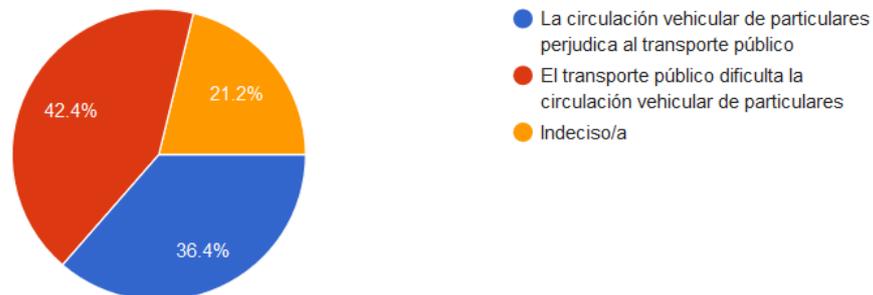


Figura N° 73 - Encuesta sobre movilidad en el Gran San Juan, resultados de apreciación de obstaculización entre usuarios de las vías en el Gran San Juan. Fuente: Elaboración propia, Google Forms.

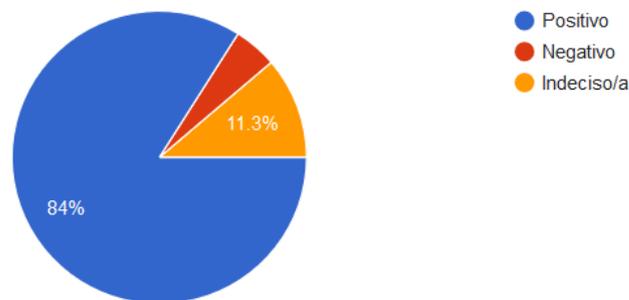
Aun así, los datos anteriores no parecen reflejar un problema de accesibilidad para los usuarios ya que, un 58% no considera difícil acceder al centro de la Ciudad de San Juan mediante la disponibilidad de transporte que tiene a su alcance, un 38,10% sí lo considera y un 3,90% se mantiene indeciso.

Algo que acompaña a los resultados de la Figura N° 70 es que el 84% de los encuestados estima positiva la incorporación de un nuevo sistema de transporte público en el Gran San Juan, un 11,30% se mantiene indeciso y sólo un 4,80% lo considera negativo. En la opinión pública se evidencia una necesidad de ampliar y/o complementar el actual servicio de transporte público de pasajeros. Ver Figura N° 74

¿Considera positivo o negativo la incorporación de otro tipo de transporte público en el Gran San Juan?



231 responses

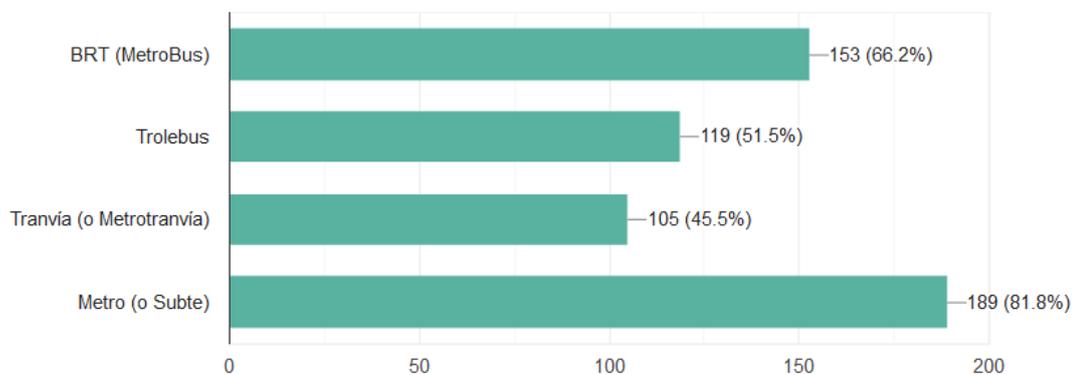


**Figura N° 74 - Encuesta sobre movilidad en el Gran San Juan, resultados de valoración de incorporación de otro tipo de transporte público en el Gran San Juan. Fuente: Elaboración propia, Google Forms.**

Respecto al conocimiento popular de otros tipos de transporte, los sistemas más conocidos por los encuestados resultan ser el metro (o subte), los sistemas BRT, el trolebús y el tranvía. Ver Figura N° 75.

De las siguientes opciones, seleccione el/los tipo(s) de transporte público que ha empleado en algún otro lugar o simplemente conoce

231 responses



**Figura N° 75 - Encuesta sobre movilidad en el Gran San Juan, resultados de conocimiento de otros tipos de transporte. Fuente: Elaboración propia, Google Forms.**

Finalmente, el sistema BRT resulta ser el de mayor consideración por los encuestados para aplicar en el Gran San Juan, seguido del metro (o subte) y en un tercer lugar el tranvía. Ver Figura N° 76. Así mismo, los participantes opinaron en un 37,60% que un nuevo servicio de transporte público debe ser concesionado, un 34,10% considera que debe ser administrado públicamente, y un 28,30% dirigido de manera privada.

De las siguientes opciones, seleccione el/los tipo(s) de transporte público que considere aplicables al Gran San Juan y sea beneficioso para su movilidad

231 respuestas

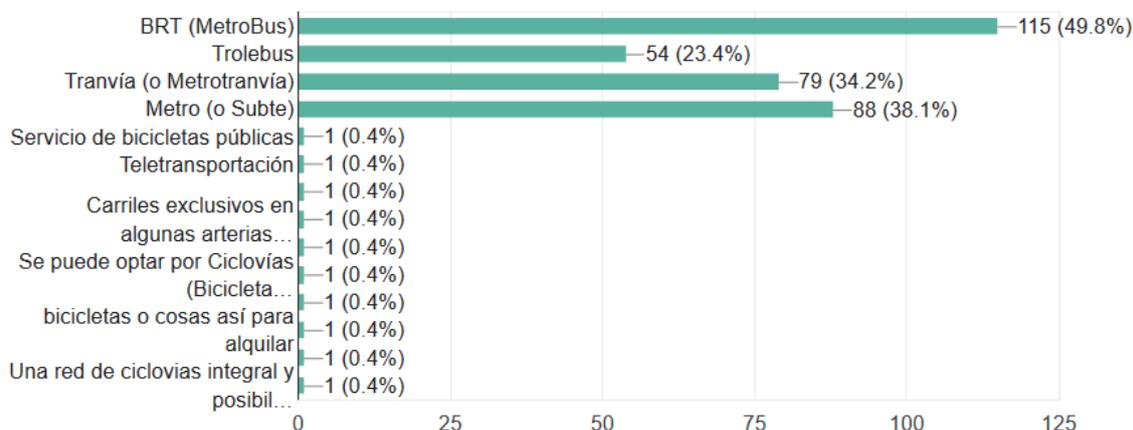


Figura N° 76 - Encuesta sobre movilidad en el Gran San Juan, resultados de valoración de beneficio de otros tipos de transporte. Fuente: Elaboración propia, Google Forms.

### 2.3 Estimación de demanda de viajes

Con el fin de conocer la cantidad de viajeros que puedan llegar a emplear una línea de tranvía que atraviese la Ciudad del Gran San Juan de este a oeste, se realiza una estimación de dichos usuarios.

Dada la escasez de datos oficiales respecto a tránsito, transporte y movilidad, las estimaciones que se pueden concluir son de carácter burdo, pero aun así importantes y de interés, ya que estas pueden justificar cuantitativamente la implementación de nuevos sistemas de transporte público en la ciudad de análisis, como así también conducir a futuros estudios y proyectos en el tema.

Para ejecutar esta estimación de viajeros, de manera superficial, se opta por trazar un corredor posible de tranvía que recorra la ciudad de este a oeste. Un análisis más detallado respecto a la elección de este se explyea en el apartado de Análisis de las alternativas.

De manera sintetizada se puede decir que el corredor elegido, que se muestra en la Figura N° 77, no sólo transita una zona de flujo de alta demanda como se explicó previamente, este-oeste, sino que también vincula las cabeceras departamentales de Santa Lucía, Capital y Rivadavia, una los dos hospitales más importantes de la provincia y transita por los centros gubernamentales de mayor relevancia.

Por otro lado, si se considera una zona de influencia de 600 m alrededor de la línea de tranvía planteada, ver Figura N° 77, se abarca una extensión de 14,80 km<sup>2</sup>, donde quedan englobados importantes puntos de atracción como: centros culturales y sociales, instalaciones deportivas, el principal parque de la ciudad, centros de estudios universitarios, plazas departamentales, terminal de autobuses, centros comerciales, y el distrito central casi en su totalidad. Dicha zona de influencia se establece según recomendaciones de Melis Maynar, M., González Fernández,

F.J. (2008) Ferrocarriles metropolitanos: tranvías, metros ligeros y metros convencionales, 3ª ed., Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos: Madrid. Así mismo, dicha zona de influencia considera un traslado a pie por un periodo de 10 minutos caminando a una velocidad media de 1,30 m/s, lo que resultaría 780 m, a lo que se le descuenta demoras por interferencias, demoras e imposibilidad de trayectorias rectas, resultando 600 m.

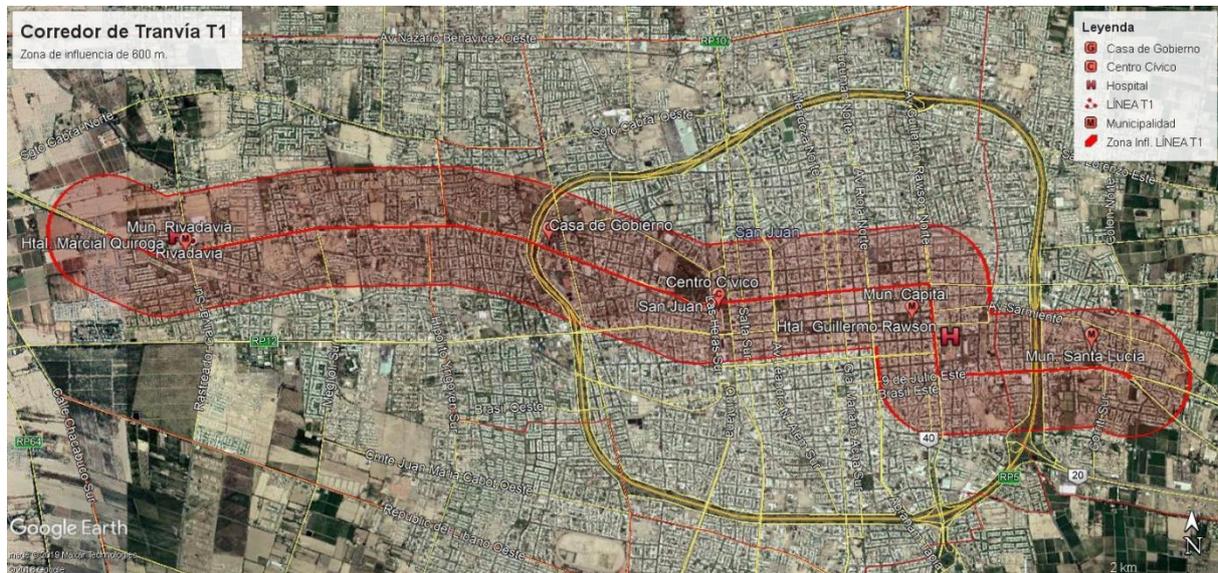


Figura N° 77 – Corredor de tranvía T1 y su zona de influencia de 600 m. Fuente: Elaboración propia, Google Earth.

Para estimar la demanda de viajes asociada al corredor de tranvía en cuestión se han ideado dos procesos de análisis, uno basado en la zona de influencia de la línea y la densidad poblacional asociada a esta, y otro basado en la cantidad de pasajes totales vendidos por las empresas de autobuses urbanos que tienen recorridos primordialmente este-oeste en sus líneas. A las anteriores se le suma la posibilidad de adaptar las características de tranvías de ciudades con condiciones similares al caso en estudio.

### 2.3.1 Estimación según zona de influencia y densidad poblacional

Como se mencionó anteriormente, una opción para estimar la cantidad de viajes diarios que potencialmente podrían demandarse para la línea de tranvía es recurrir al área de influencia que esta afecta, determinar la cantidad de población directamente vinculada y evaluar la cantidad de viajes que se pueden requerir.

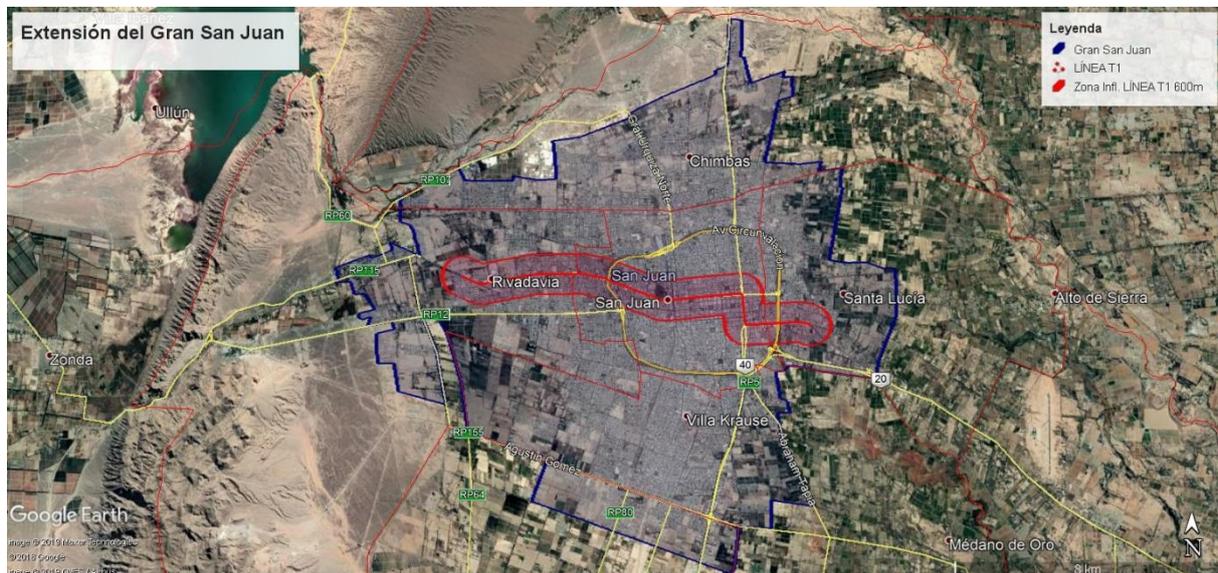
Se asume:

- Los resultados de las encuestas realizadas, expuestas en Encuestas sobre movilidad en la ciudad, son aplicables al total de la población y válidos para el presente estudio.
- Las estimaciones de población, extensión y densidad del Gran San Juan son representativas de la realidad al año 2019.
- Una vez habilitada la línea de tranvía, el trasvase de usuarios desde el autobús al sistema férreo será del 50% al menos en su zona de influencia para recorridos este-oeste. Esto se respalda con el reparto modal que presenta la vecina Ciudad de Mendoza, cuya

Sociedad de Transporte traslada en tranvía 13 de 26 millones de pasajeros al año, el resto lo realiza en autobuses y trolebuses. (Diario MDZ, 2016).

- Se cumple lo planeado en el PLAM SJ, el cual propone eliminar el transporte motorizado en la zona centro.
- Los habitantes englobados en la zona de influencia del tranvía realizan sus actividades primarias y secundarias en dicha zona, mayoritariamente.
- Se cumplen regulaciones de transporte masivo en corredores este-oeste y norte-sur, como propone el PLAM SJ, donde se prioriza dicho transporte.

La zona de influencia demarcada por la línea de tranvía planteada, de 11,70 km y un radio de influencia de 600 m, tiene una extensión de 14,80 km<sup>2</sup>. Por otro lado, la extensión aproximada de la Ciudad del Gran San Juan, ver Figura N° 78, es de 142 km<sup>2</sup>. De esta manera, la zona de influencia planteada cubre un 10,42% de la metrópolis.



**Figura N° 78 – Extensión del Gran San Juan y zona de influencia de la línea de tranvía en estudio. Fuente: Elaboración propia, Google Earth.**

Si se recurre a los datos poblacionales presentados en el apartado de Características socio-económicas, la población estimada para el Gran San Juan en el año 2019 resulta de 554481 habitantes. En consideración del área de la ciudad, San Juan presenta una densidad media de población de 3905 hab./km<sup>2</sup>.

Aplicando la densidad poblacional obtenida a la extensión de la zona de influencia demarcada por la línea de tranvía estudiada, resulta una cantidad de 57794 habitantes vinculados directamente a dicha zona.

Empleando los resultados expuestos en el apartado de Encuestas sobre movilidad en la ciudad, se puede asumir un promedio de 2,40 viajes diarios por persona en transporte público, lo que resultaría en 138706 viajes. El número anterior debe ser reducido en un 54,10% de habitantes que no emplean transporte público según las encuestas, lo que reflejaría 63666 viajes diarios.

A su vez, optando por un reparto modal de 50% y 50% entre buses y tranvía, como sucede en la Sociedad de Transporte de Mendoza, la demanda de 63666 viajes/día se vería distribuida en ambos sistemas, resultando una demanda para el tranvía de 31833 viajes/día.

Por otro lado, las encuestas reflejaron que un 34,90% de los usuarios del transporte público realizan conexiones entre líneas. Dado esto se puede presumir que los usuarios de autobuses provenientes de zonas norte y sur (y otros puntos) del aglomerado realizarán conexiones con la línea de tranvía, por lo que al número de viajes diarios obtenido anteriormente se lo aumenta en un 34,90%. Esto resulta: **42943 viajes/día**.

### 2.3.2 Estimación según pasajes de autobuses

Otra posibilidad resulta ser una estimación en función de los pasajes de autobuses vendidos en el corredor este-oeste en estudio. Para ello se consulta el Trabajo Final de Grado de Molina Castán, A. (2018) Sistema BRT, participación en la propuesta de ante-proyecto para una futura aplicación en la Ciudad de San Juan. UNSJ. El autor, en dicho trabajo, recopila datos de pasajes vendidos por diferentes compañías de autobuses urbanos de la Ciudad de San Juan, correspondientes a 2017. En el Anexo II se adjuntan los datos de pasajes, se presentan en las Figura N° 144, Figura N° 145, Figura N° 146, Figura N° 147 y Figura N° 148.

Se asume:

- Los resultados de las encuestas realizadas, expuestas en Encuestas sobre movilidad en la ciudad, son aplicables al total de la población y válidos para el presente estudio.
- Una vez habilitada la línea de tranvía, el trasvase de usuarios desde el autobús al sistema férreo será del 50% al menos en su zona de influencia para recorridos este-oeste. Esto se respalda con el reparto modal que presenta la vecina Ciudad de Mendoza, cuya Sociedad de Transporte traslada en tranvía 13 de 26 millones de pasajeros al año, el resto lo realiza en autobuses y trolebuses. (Diario MDZ, 2016).
- Se cumple lo planeado en el PLAM SJ, el cual propone eliminar el transporte motorizado en la zona centro.
- Los habitantes englobados en la zona de influencia del tranvía realizan sus actividades primarias y secundarias en dicha zona, mayoritariamente.
- Se cumplen regulaciones de transporte masivo en corredores este-oeste y norte-sur, como propone el PLAM SJ, donde se prioriza dicho transporte.

Tomando los datos de pasajes vendidos en los meses de abril y mayo (ver Anexo II) de las empresas de autobús que prestan servicio en corredores primordialmente este-oeste, se puede observar lo exhibido en la Tabla N° 7.

Tabla N° 7 – Pasajes vendidos en el año 2017 en corredores de autobús con trayectorias este-oeste. Fuente: Elaboración propia.

EMPRESA	PASAJES VENDIDOS 2017	
	MES	TOTAL
La Marina S.A.	Abril	989300
Alto de Sierra S.R.L.	Abril	445534
El Triunfo S.A.	Abril	583731
La Positiva S.A.	Abril	855292
Libertador S.R.L.	Mayo	31165
VIAJES MENSUALES ESTE-OESTE		2905022
PROMEDIO DIARIO DE VIAJES		96834

Como se muestra en la Tabla N° 7, el total de pasajes vendidos por las empresas que operan en el corredor este-oeste en estudio, considerando el mes de abril y en un solo caso el mes de mayo al no disponer datos de esa empresa en abril, resulta ser de 2905022. Si a esta cantidad se la distribuye en un total de 30 días, o sea un mes, se obtiene un promedio diario de viajes; esto resulta: 96834 viajes/día. Si se aplica un reparto modal de 50% y 50% entre autobuses y tranvía, se obtiene una demanda de **48417 viajes/día** para el sistema férreo.

Si se comparan los resultados obtenidos en los dos análisis anteriores, se puede observar que ambos son de un rango similar, con una diferencia entre ellos de 5474 viajes/día. **Un promedio se establece en 45680 viajes/día, demanda que se aplica al sistema férreo para su siguiente estudio.**

### 2.3.3 Variación horaria y estimación de la demanda punta

Estimado el potencial número de viajes demandados diariamente, se desea conocer el comportamiento de la demanda a lo largo del día, es decir, su variación horaria.

De los resultados de las encuestas realizadas se obtienen interesantes datos del comportamiento de los habitantes del Gran San Juan. Las encuestas, presentadas en el apartado de Encuestas sobre movilidad en la ciudad, reflejan los horarios más usuales de comienzo y finalización de las actividades primarias u obligadas y de las actividades secundarias o no obligadas de los encuestados. Ordenando estos datos, se logra lo reflejado en la Tabla N° 8.

Tabla Nº 8 – Frecuencias y porcentajes de horarios de inicio y fin de actividades de encuestados. Fuente: Elaboración propia.

INTERVALOS DE HORARIOS (Hs)	FRECUENCIAS DE HORARIOS S/ INICIO O FIN DE ACTIVIDAD DE ENCUESTADOS																		
	ACTIVIDAD PRIMARIA U OBLIGADA						ACTIVIDAD SECUNDARIA O NO OBLIGADA						TOTALES						
	I	I%	F	F%	T	T%	I	I%	F	F%	T	T%	I	I%	F	F%	T	T%	
0	1	1	0,43	1	0,43	2	0,43	1	0,51	17	8,63	18	4,57	2	0,47	18	4,21	20	2,34
1	2	1	0,43	1	0,43	2	0,43	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,23	1	0,23	2	0,23
2	3	0	0,00	1	0,43	1	0,22	0	0,00	3	1,52	3	0,76	0	0,00	4	0,93	4	0,47
3	4	0	0,00	1	0,43	1	0,22	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,23	1	0,12
4	5	1	0,43	0	0,00	1	0,22	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,23	0	0,00	1	0,12
5	6	0	0,00	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
6	7	8	3,46	0	0,00	8	1,73	0	0,00	0	0,00	0	0,00	8	1,87	0	0,00	8	0,93
7	8	58	25,11	1	0,43	59	12,8	0	0,00	1	0,51	1	0,25	58	13,55	2	0,47	60	7,01
8	9	101	43,72	0	0,00	101	21,9	7	3,55	0	0,00	7	1,78	108	25,23	0	0,00	108	12,62
9	10	19	8,23	2	0,87	21	4,55	9	4,57	2	1,02	11	2,79	28	6,54	4	0,93	32	3,74
10	11	3	1,30	1	0,43	4	0,87	5	2,54	5	2,54	10	2,54	8	1,87	6	1,40	14	1,64
11	12	0	0,00	1	0,43	1	0,22	4	2,03	2	1,02	6	1,52	4	0,93	3	0,70	7	0,82
12	13	0	0,00	11	4,76	11	2,38	1	0,51	3	1,52	4	1,02	1	0,23	14	3,27	15	1,75
13	14	2	0,87	43	18,61	45	9,74	1	0,51	8	4,06	9	2,28	3	0,70	51	11,92	54	6,31
14	15	14	6,06	17	7,36	31	6,71	18	9,14	2	1,02	20	5,08	32	7,48	19	4,44	51	5,96
15	16	14	6,06	3	1,30	17	3,68	16	8,12	3	1,52	19	4,82	30	7,01	6	1,40	36	4,21
16	17	2	0,87	5	2,16	7	1,52	10	5,08	7	3,55	17	4,31	12	2,80	12	2,80	24	2,80
17	18	3	1,30	18	7,79	21	4,55	11	5,58	13	6,60	24	6,09	14	3,27	31	7,24	45	5,26
18	19	1	0,43	20	8,66	21	4,55	17	8,63	7	3,55	24	6,09	18	4,21	27	6,31	45	5,26
19	20	1	0,43	17	7,36	18	3,9	22	11,17	9	4,57	31	7,87	23	5,37	26	6,07	49	5,72
20	21	2	0,87	36	15,58	38	8,23	41	20,81	18	9,14	59	14,97	43	10,05	54	12,62	97	11,33
21	22	0	0,00	39	16,88	39	8,44	34	17,26	30	15,23	64	16,24	34	7,94	69	16,12	103	12,03
22	23	0	0,00	12	5,19	12	2,6	0	0,00	35	17,77	35	8,88	0	0,00	47	10,98	47	5,49
23	24	0	0,00	1	0,43	1	0,22	0	0,00	32	16,24	32	8,12	0	0,00	33	7,71	33	3,86
TOTAL		231	100	231	100	462	100	197	100	197	100	394	100	428	100	428	100	856	100

Gráficamente, lo exhibido en la Tabla Nº 8 se puede representar como se muestra en la Figura Nº 79.

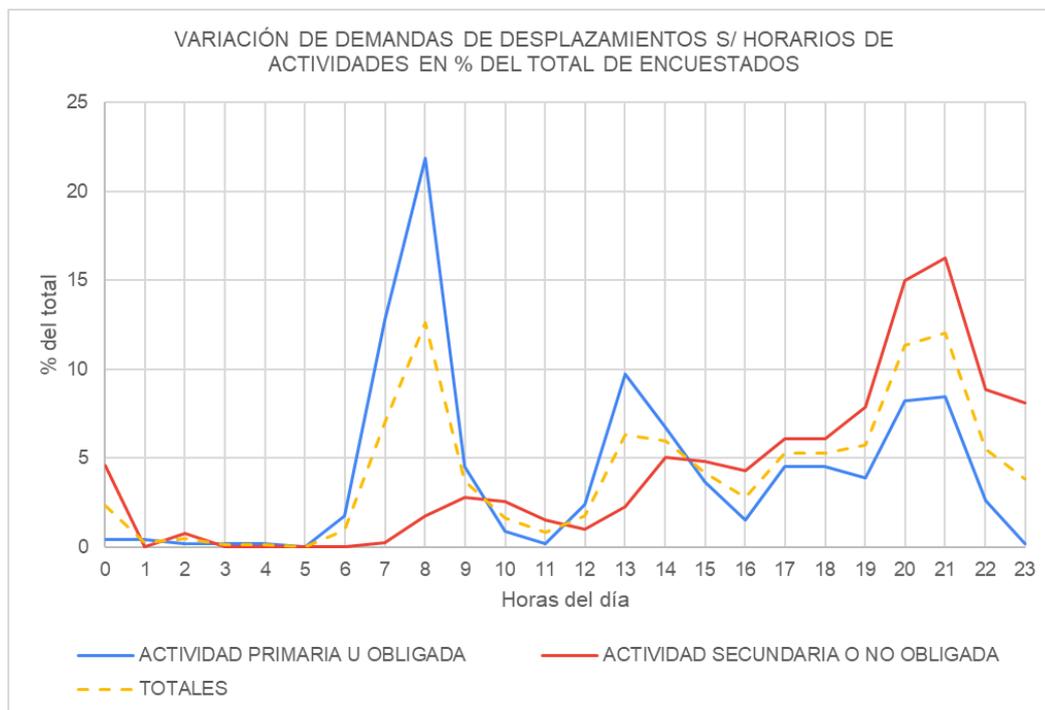


Figura Nº 79 – Variación de las demandas de desplazamiento en función de los horarios de actividades de los encuestados. Porcentajes según actividad y según total. Fuente: Elaboración propia.

La Figura Nº 79 muestra una variación horaria de los inicios y finalizaciones de las actividades que realizan los participantes de la encuesta. Lógicamente, dichos comienzos y finalizaciones de actividades tienen desplazamientos asociados que se darán en las cercanías de los picos de la figura mostrada. Sin ir más lejos, la Figura Nº 79 se asemeja a un gráfico de variación horaria de volúmenes de tránsito y podría ser asociado directamente con el comportamiento del tránsito en la Ciudad del Gran San Juan.

El comportamiento que presenta la línea de actividad primaria en la Figura Nº 79 refleja fielmente el ritmo de la ciudad, algo que se explicó anteriormente, y que está más asociado a actividades laborales y académicas. Por otro lado, el comportamiento que presenta la línea de actividad secundaria se asocia a actividades de ocio. Acorde a los resultados de las encuestas las actividades primarias estarían vinculadas tanto a viajes en vehículos privados como transporte público, mientras que las actividades secundarias tenderían a una preferencia por el vehículo propio.

Dado lo anterior, y con el fin de conocer la variación de la demanda de viajes de tranvía a lo largo del día, se puede aplicar la línea de variación de las actividades primarias a la demanda de viajes de transporte público, y así conocer un estimado horario de demanda y sus picos.

Si se distribuye horariamente el promedio de demanda de viajes obtenido anteriormente: **45680 viajes/día**, según los porcentajes de variación totales de actividades primarias de la Tabla Nº 8, se obtiene lo que se muestra en la Tabla Nº 9 y Figura Nº 80.

Tabla Nº 9 – Distribución horaria de viajes según actividades primarias. Fuente: Elaboración propia.

INTERVALOS DE HORARIOS (Hs)		ACTIVIDAD PRIMARIA U OBLIGADA						DISTRIBUCIÓN DE VIAJES S/DEMANDA HORARIA	
		I	I%	F	F%	T	T%	V/H	V/HxS
0	1	1	0,43	1	0,43	2	0,43	198	99
1	2	1	0,43	1	0,43	2	0,43	198	99
2	3	0	0,00	1	0,43	1	0,22	99	49
3	4	0	0,00	1	0,43	1	0,22	99	49
4	5	1	0,43	0	0,00	1	0,22	99	49
5	6	0	0,00	0	0,00	0	0	0	0
6	7	8	3,46	0	0,00	8	1,73	791	395
7	8	58	25,11	1	0,43	59	12,8	5834	2917
<b>8</b>	<b>9</b>	<b>101</b>	<b>43,72</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>101</b>	<b>21,9</b>	<b>9986</b>	<b>4993</b>
9	10	19	8,23	2	0,87	21	4,55	2076	1038
10	11	3	1,30	1	0,43	4	0,87	395	198
11	12	0	0,00	1	0,43	1	0,22	99	49
12	13	0	0,00	11	4,76	11	2,38	1088	544
13	14	2	0,87	43	18,61	45	9,74	4449	2225
14	15	14	6,06	17	7,36	31	6,71	3065	1533
15	16	14	6,06	3	1,30	17	3,68	1681	840
16	17	2	0,87	5	2,16	7	1,52	692	346
17	18	3	1,30	18	7,79	21	4,55	2076	1038
18	19	1	0,43	20	8,66	21	4,55	2076	1038

INTERVALOS DE HORARIOS (Hs)		ACTIVIDAD PRIMARIA U OBLIGADA						DISTRIBUCIÓN DE VIAJES S/DEMANDA HORARIA	
		I	I%	F	F%	T	T%	V/H	V/HxS
19	20	1	0,43	17	7,36	18	3,9	1780	890
20	21	2	0,87	36	15,58	38	8,23	3757	1879
21	22	0	0,00	39	16,88	39	8,44	3856	1928
22	23	0	0,00	12	5,19	12	2,6	1186	593
23	24	0	0,00	1	0,43	1	0,22	99	49
TOTAL		231	100	231	100	462	100	45680	

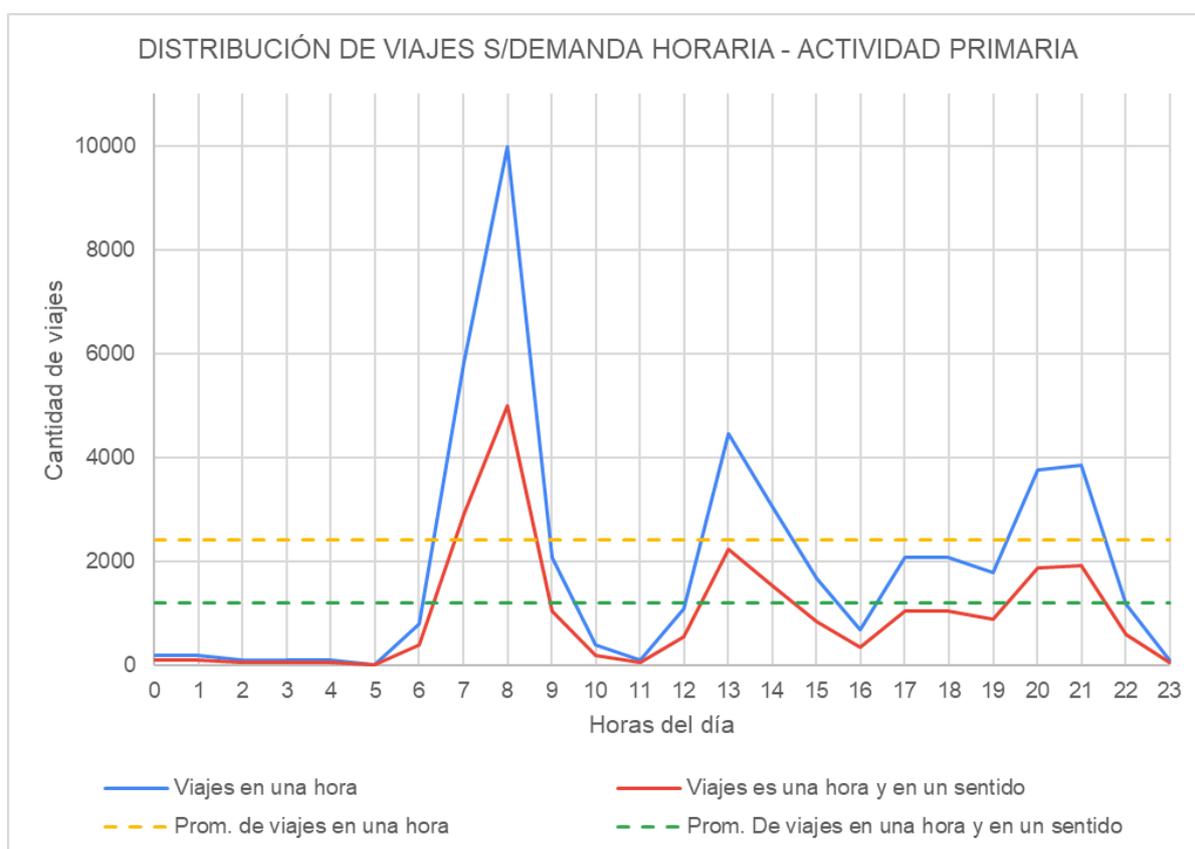


Figura N° 80 – Distribución de viajes según demanda horaria acorde a actividades primarias. Fuente: Elaboración propia.

El pico de demanda, considerando una distribución según las actividades primarias, sería de 9986 viajes/h y 4993 viajes/h.sentido, a las 8:00 hs. Los intervalos de mayor actividad son los de 7:00 a 8:00 hs y de 8:00 a 9:00 hs. Considerando una operación de 19 horas, resulta un promedio de 2404 viajes/h.

Nota: se adopta una distribución por sentido de 50% y 50%, admitiendo que aquellos viajeros que van, regresan por el mismo camino y por el mismo medio.

Si el análisis anterior se realiza acorde a la variación de las actividades totales de Tabla N° 8 y Figura N° 79 se obtiene lo que se muestra en Tabla N° 10 y Figura N° 81.

Tabla N° 10 - Distribución horaria de viajes según actividades totales. Fuente: Elaboración propia.

INTERVALOS DE HORARIOS (Hs)		ACTIVIDADES TOTALES						DISTRIBUCIÓN DE VIAJES S/DEMANDA HORARIA	
		I	I%	F	F%	T	T%	V/H	V/HxS
0	1	2	0,47	18	4,21	20	2,34	1067	534
1	2	1	0,23	1	0,23	2	0,23	107	53
2	3	0	0,00	4	0,93	4	0,47	213	107
3	4	0	0,00	1	0,23	1	0,12	53	27
4	5	1	0,23	0	0,00	1	0,12	53	27
5	6	0	0,00	0	0,00	0	0	0	0
6	7	8	1,87	0	0,00	8	0,93	427	213
7	8	58	13,55	2	0,47	60	7,01	3202	1601
<b>8</b>	<b>9</b>	<b>108</b>	<b>25,23</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>108</b>	<b>12,6</b>	<b>5763</b>	<b>2882</b>
9	10	28	6,54	4	0,93	32	3,74	1708	854
10	11	8	1,87	6	1,40	14	1,64	747	374
11	12	4	0,93	3	0,70	7	0,82	374	187
12	13	1	0,23	14	3,27	15	1,75	800	400
13	14	3	0,70	51	11,92	54	6,31	2882	1441
14	15	32	7,48	19	4,44	51	5,96	2722	1361
15	16	30	7,01	6	1,40	36	4,21	1921	961
16	17	12	2,80	12	2,80	24	2,8	1281	640
17	18	14	3,27	31	7,24	45	5,26	2401	1201
18	19	18	4,21	27	6,31	45	5,26	2401	1201
19	20	23	5,37	26	6,07	49	5,72	2615	1307
20	21	43	10,05	54	12,62	97	11,3	5176	2588
<b>21</b>	<b>22</b>	<b>34</b>	<b>7,94</b>	<b>69</b>	<b>16,12</b>	<b>103</b>	<b>12</b>	<b>5497</b>	<b>2748</b>
22	23	0	0,00	47	10,98	47	5,49	2508	1254
23	24	0	0,00	33	7,71	33	3,86	1761	881
TOTAL		428	100	428	100	856	100	45680	

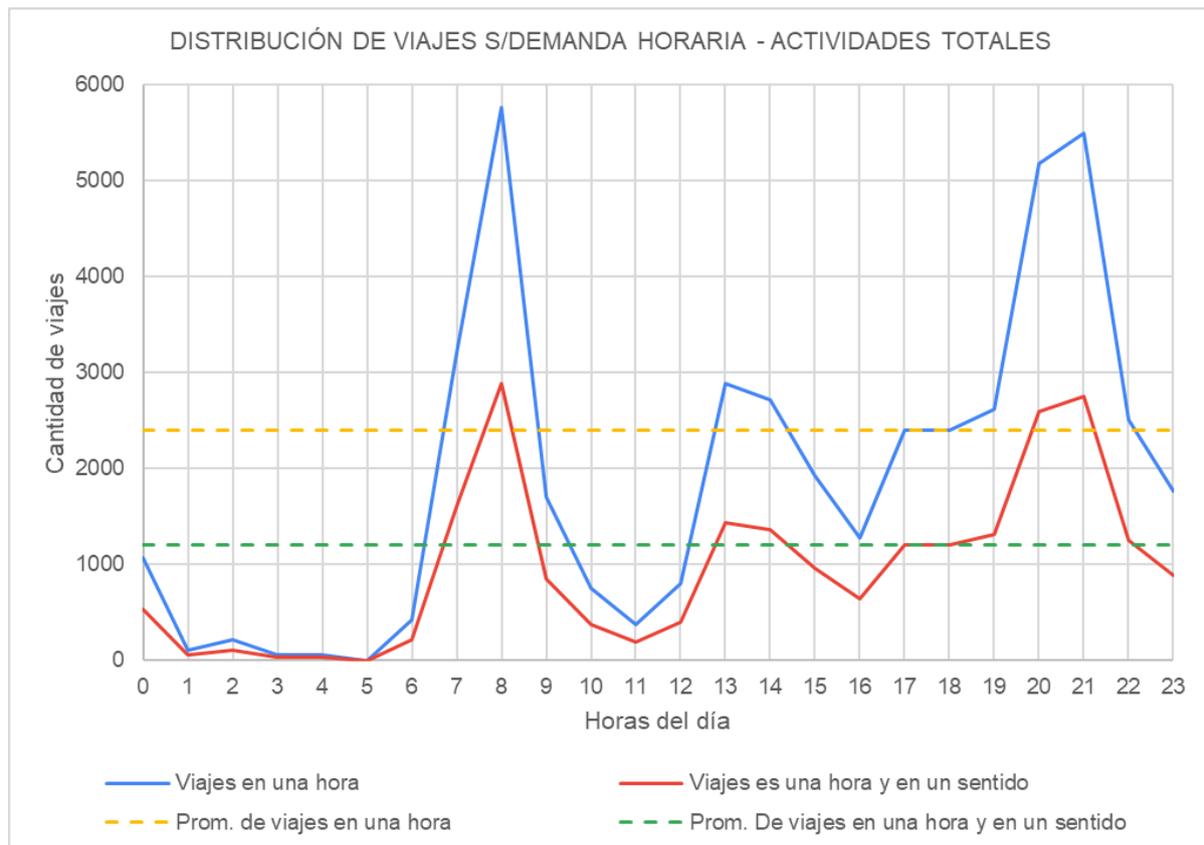


Figura N° 81 - Distribución de viajes según demanda horaria acorde a actividades totales. Fuente: Elaboración propia.

El pico de demanda, considerando una distribución según la totalidad de actividades, sería de 5763 viajes/h y 2882 viajes/h.sentido, a las 8:00 hs. Los intervalos de mayor actividad son los de 7:00 a 8:00 hs, de 8:00 a 9:00 hs, de 20:00 a 21:00 hs y de 21:00 a 22:00 hs. Considerando una operación de 19 horas, resulta un promedio de 2404 viajes/h.

Nota: se adopta una distribución por sentido de 50% y 50%, admitiendo que aquellos viajeros que van, regresan por el mismo camino y por el mismo medio.

Concluyendo con este análisis, resultan dos demandas puntas de diferentes dimensiones. Según una distribución de actividades primarias, se obtendrían demandas puntas de 4993 viajes/h.sentido, y según una distribución de actividades totales, se obtendrían demandas puntas de 2882 viajes/h.sentido. Dado que se trata de una valoración burda, se debe tener en cuenta los errores e inexactitudes, por lo que se opta por comparar con casos de la región para definir una demanda punta a aplicar.

Consultando antecedentes de tranvías en la región, se cita los casos de la Ciudad de Mendoza, Argentina, y la Ciudad de Cuenca, Ecuador:

- Metrotranvía de Mendoza: servicio de tranvía metropolitano de unidades ferroviarias con capacidad para 180 personas con una frecuencia de 12 minutos. Capacidad: 900 viajes/h.sentido. Población metropolitana de Mendoza: 930 mil habitantes.

- Tranvía de Cuenca: servicio de tranvía metropolitano de unidades ferroviarias con capacidad para 280 personas con una frecuencia en hora punta de 6 minutos. Capacidad: 2800 viajes/h.sentido. Población metropolitana de Cuenca: 660 mil habitantes.

Dados los antecedentes presentados, se opta por una demanda punta de 2882 viajes/h.sentido ya que se ajusta más a casos de demanda reales. Por lo que, el **pico de demanda** que se empleará para la continuación del desarrollo será: **2882 viajes/h.sentido**.

#### 2.3.4 Prognosis de la demanda

Con el fin de estimar la demanda de viajes para el periodo de estudio, se realiza un análisis de datos y proyecciones de estos a futuro. Este análisis se realiza por un periodo de 30 años, tal y como estipula la Comisión Europea en su libro titulado “Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects” de diciembre del año 2014, incluyendo en ese periodo la construcción, pudiendo ser alargado en caso de demoras inusuales.

Para poder proyectar los volúmenes de pasajeros, determinados en el apartado Variación horaria y estimación de la demanda punta, en el periodo de estudio, se recurre al pronóstico en función de la variación del PBI de la República Argentina. Esto permite estimar el comportamiento de la línea de tranvía desde el año 2019 hasta el 2049/2050, fin del periodo de análisis.

Asociando el transporte (tanto de mercancías como de pasajeros) a la actividad económica del país, se supone que este variaría en función de la variación del PBI. Dado que el transporte es un indicador de movimientos comerciales, se asume que un aumento de la actividad económica tendría un efecto positivo directo en el transporte, y viceversa. Se asume la misma variación del PBI para la variación del transporte de pasajeros.

Los datos de PBI futuro se obtienen de los pronósticos a largo plazo que brinda la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), contando con una serie completa desde el año 2019 (comienzo de estudio del proyecto), hasta el 2040 (fin del periodo de análisis). Estos datos, obtenidos en dólares de Estados Unidos (USD), se han convertido a euros (EUR) aplicando una relación USD 1 = EUR 0,91, correspondiente al 14 de noviembre de 2019. Ver Tabla N° 11.

Tabla N° 11 – Evolución del P.B.I. anual futuro de la República Argentina. Fuente: OECD.

EVOLUCIÓN PBI ANUAL DE ARGENTINA			
AÑO	PBI ANUAL		VARIACIÓN PBI (%)
	MILL. USD	MILL. EUR	
2019	858403	781147	-
2020	902410	821193	5,13%
2021	946524	861337	4,89%
2022	987153	898309	4,29%
2023	1024183	932007	3,75%
2024	1058515	963249	3,35%
2025	1091179	992973	3,09%
2026	1122919	1021856	2,91%

EVOLUCIÓN PBI ANUAL DE ARGENTINA			
2027	1154323	1050434	2,80%
2028	1185764	1079045	2,72%
2029	1217496	1107921	2,68%
2030	1249683	1137212	2,64%
2031	1282416	1166999	2,62%
2032	1315642	1197234	2,59%
2033	1349303	1227866	2,56%
2034	1383300	1258803	2,52%
2035	1417535	1289957	2,47%
2036	1451941	1321266	2,43%
2037	1486562	1352771	2,38%
2038	1521394	1384469	2,34%
2039	1556448	1416368	2,30%
2040	1591765	1448506	2,27%
2041	1627421	1480953	2,24%
2042	1663452	1513741	2,21%
2043	1700009	1547008	2,20%
2044	1737252	1580899	2,19%
2045	1775313	1615535	2,19%
2046	1814275	1650990	2,19%
2047	1854153	1687279	2,20%
2048	1894902	1724361	2,20%
2049	1936439	1762159	2,19%
2050	1978687	1800605	2,18%
Conversión: 1 USD = 0,91 EUR. 14/11/2019			
Fuente: OECD GDP long-term forecast			

En base a las variaciones de PBI futuro de Argentina mostradas en la Tabla N° 11, se hace evolucionar la demanda de viajes estimada en el apartado Variación horaria y estimación de la demanda punta, partiendo de una cantidad de 2882 viajes/h.sentido para el año 2019. Los resultados se presentan en la Tabla N° 12 y en la Figura N° 82. Para el final del periodo de estudio, año 2050, la demanda de viajes en tranvía ascendería a 6643 viajes/hora y sentido.

**Tabla N° 12 – Evolución de la demanda de viajes/hora y sentido de tranvía, según la variación del PBI de Argentina.**  
Fuente: Elaboración propia.

EVOLUCIÓN DE DEMANDA DE VIAJES S/PBI		
AÑO	VARIACIÓN PBI ARG. (%)	V/H.S S/ VAR. PBI
2019	-	2882
2020	5,13%	3030
2021	4,89%	3178
2022	4,29%	3314
2023	3,75%	3439

EVOLUCIÓN DE DEMANDA DE VIAJES S/PBI		
AÑO	VARIACIÓN PBI ARG. (%)	V/H.S S/ VAR. PBI
2024	3,35%	3554
2025	3,09%	3664
2026	2,91%	3770
2027	2,80%	3876
2028	2,72%	3981
2029	2,68%	4088
2030	2,64%	4196
2031	2,62%	4306
2032	2,59%	4417
2033	2,56%	4530
2034	2,52%	4644
2035	2,47%	4759
2036	2,43%	4875
2037	2,38%	4991
2038	2,34%	5108
2039	2,30%	5226
2040	2,27%	5344
2041	2,24%	5464
2042	2,21%	5585
2043	2,20%	5708
2044	2,19%	5833
2045	2,19%	5960
2046	2,19%	6091
2047	2,20%	6225
2048	2,20%	6362
2049	2,19%	6501
2050	2,18%	6643

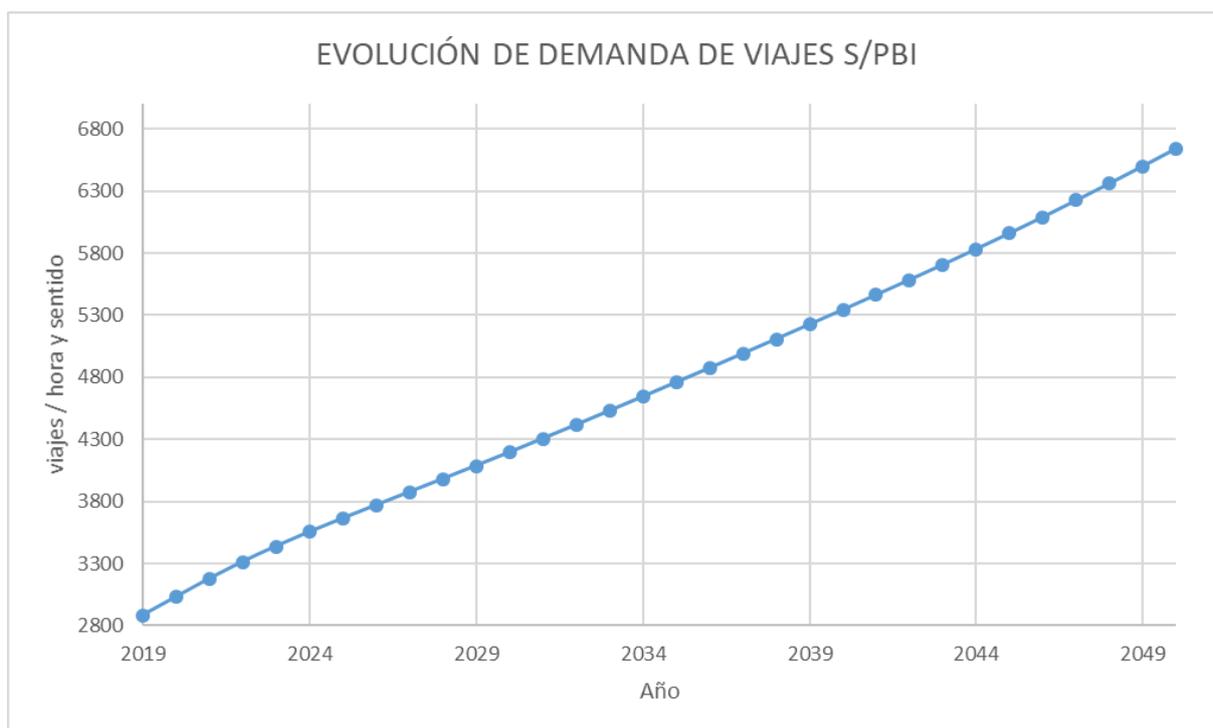


Figura N° 82 – Curva de evolución de la demanda de viajes/hora y sentido de tranvía, según la variación del PBI de Argentina. Fuente: Elaboración propia.

## 2.4 Adopción y justificación de la solución

La problemática planteada en el apartado: Planteo de la problemática y sus factores, tiene diversas formas de encararse y una solución integral a dicha situación implica un arduo trabajo interdisciplinar que ponga en juego todos los factores comprometidos y encuentre la manera de mejorar la Ciudad del Gran San Juan, tanto en aspectos de movilidad y transporte como en materia territorial y planificación urbanística.

Si bien el Plan de Ordenamiento Territorial del Área Metropolitana de San Juan (PLAM SJ), elaborado por el Ministerio de Planificación e Infraestructura de la provincia propone soluciones y establece modelos territoriales y de movilidad deseados, el presente estudio no busca sobreponerse a este, sino basándose en el diagnóstico que el PLAM SJ exhibe, proponer soluciones que complementen y contribuyan al fin del ordenamiento metropolitano.

De todos los aspectos a intervenir para lograr un mejor ordenamiento metropolitano del Gran San Juan, el presente estudio busca la mejora de la movilidad del corredor este-oeste del aglomerado, identificado de importancia por el PLAM SJ.

El PLAM SJ destaca el corredor este-oeste estudiado en su Modelo Deseado de Movilidad, ver Figura N° 143 en Anexo II, en una traza diferente a la propuesta en el presente informe. Así mismo, en dicho recorrido propone la instalación de un sistema de transporte masivo metropolitano mediante la implementación de un sistema de Autobús de Tránsito Rápido o Bus Rapid Transit (BRT) en inglés.

**El presente estudio propone**, como parte de la solución de movilidad al corredor este-oeste de la Ciudad del Gran San Juan, **la implementación de un sistema férreo tranviario** en una traza diferente a lo planteado en el PLAM SJ, ver Figura N° 77. Cabe reiterar que este estudio busca complementar y contribuir a las soluciones que propone el mencionado plan. De igual manera, no busca competir (o rivalizar) con el sistema motorizado BRT, pero sí se acude a las ventajas del sistema férreo sobre el sistema carretero.

En los apartados siguientes se presentan algunos factores que respaldan la elección del sistema de transporte tranviario.

#### 2.4.1 ¿Qué es un tranvía?

Asociado muchas veces con el metro ligero, el tranvía es un sistema de transporte público que es guiado y circula permanentemente sobre rieles (o carriles). Su material rodante se compone de unidades de coches equipadas para pasajeros; la alimentación de estos es eléctrica mediante catenaria, generalmente. Es un sistema comprendido dentro de los ferrocarriles de aplicación urbana en superficie. Al ser un sistema emplazado en la ciudad puede o no compartir su plataforma de circulación con otros tipos de transporte.

El tranvía es un transporte moderno, eficiente, de alta capacidad y totalmente accesible, que ofrece una alternativa de movilidad de alta frecuencia para todos los ciudadanos, inclusive para las personas con movilidad reducida.

La Figura N° 83 muestra algunos ejemplos de la aplicación del sistema tranviario en ciudades de España.



Metrovalencia FGV, Ciudad de Valencia.



TRAM Alicante FGV, Ciudad de Alicante.



Metrovalencia FGV, Ciudad de Valencia.



TRAM de Barcelona, Ciudad de Barcelona.



Figura N° 83 – Ejemplos de tranvías y metros ligeros aplicados en ciudades españolas. Fuente: Google imágenes.

#### 2.4.2 Justificación según demanda de viajes

Si se recurre a: Melis Maynar, M., González Fernández, F.J. (2008) Ferrocarriles metropolitanos: tranvías, metros ligeros y metros convencionales, 3ª ed., ed, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos: Madrid, se encuentra la categorización de los sistemas de transporte masivo en función de su distancia entre estaciones y la capacidad de los mismo expresada en pasajeros por hora y sentido. Ver Figura N° 84.

Si se observa la Figura N° 84 se presenta el tranvía con capacidades comprendidas entre 4000 y 15000 pasajeros por hora y sentido, y distancias entre estaciones de 250 a 1200 metros.

Si se consultan los resultados obtenidos en el apartado de Estimación de demanda de viajes, se puede concluir que el sistema de transporte adoptado, el sistema tranviario, cumple las demandas de viajes obtenidas, tanto en el presente como demandas futuras. Tanto la punta de demanda de 2882 viajes/hora y sentido para 2019, como la punta de 6643 viajes/hora y sentido estimada para 2050, pueden ser satisfechas con las capacidades brindadas por el sistema férreo urbano. Así mismo, el distanciamiento entre estaciones es completamente compatible con la Ciudad del Gran San Juan, siendo estos distanciamientos ya empleados por el servicio de autobuses actual.

Cabe mencionar que existen casos de tranvías metropolitanos que presentan demandas inferiores al límite inferior que propone la bibliografía citada, por lo que estos límites pueden ser más amplios. De todos modos, la demanda proyectada para el caso de estudio supera la barrera de los 4000 viajes/h. sentido en el corto periodo de 10 años de operación.

De manera concluyente, el sistema tranviario puede absorber la demanda de viajes estimada.

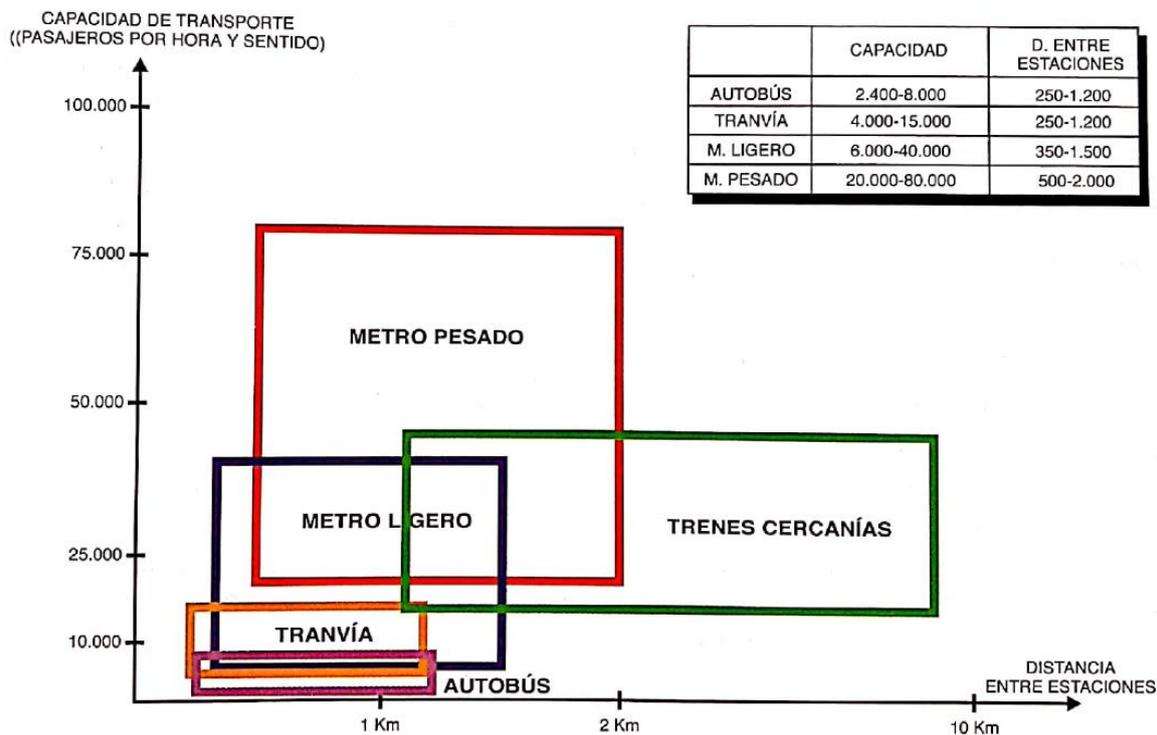


Fig. 1.2.2.1.

Figura N° 84 – Capacidad de diferentes sistemas de transportes. Fuente: Ferrocarriles metropolitanos: tranvías, metros ligeros y metros convencionales, 3ª ed., CICCIP: Madrid.

### 2.4.3 Ventajas y desventajas

“Las empresas ferroviarias metropolitanas, bien se trate de metros puros, metros ligeros o tranvías, se encuentran frente a la continua competencia del transporte por carretera. Por eso el número de viajeros a transportar, o en muchos casos a convencer de que el transporte ferroviario metropolitano es más rápido, seguro y económico que el transporte por vehículo de explosión en superficie, es un reto permanente.” (Melis Maynar, González Fernández 2008).

Como se expresa anteriormente, Melis Maynar y González Fernández, en su libro Ferrocarriles metropolitanos: tranvías, metros ligeros y metros convencionales, presentan la competencia entre los sistemas férreos frente a los sistemas carreteros.

Dicha competencia entre sistemas se puede ver reflejada en las encuestas realizadas para el presente estudio, donde la opinión de los participantes da como sistema más beneficioso y aplicable a la Ciudad de San Juan al BRT. En segundo y tercer lugar aparecen los sistemas férreos, metro y tranvía respectivamente. Ver Figura N° 76. Sin recurrir a análisis, la opción de un metro subterráneo en San Juan debe ser descartada ya que la demanda de pasajeros no justificaría tal inversión. Dado esto, en términos comparables, los sistemas resultantes son el BRT y el tranvía.

Los encuestados del estudio reconocen el sistema BRT por su exitosa implementación en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, donde se lo conoce como “Metrobús”. Así mismo, los

---

sistemas BRT gozan de gran auge y aceptación en gran parte de América Latina. Por otro lado, gran parte del reconocimiento del sistema tranviario tiene su base en el “Metrotranvía” de la vecina Ciudad de Mendoza, que opera en dicha urbe desde 2012. A diferencia del BRT, el tranvía tiene mayor aplicación y aceptación en Europa.

Como se mencionó previamente y como se plantea, no se pretende rivalizar el sistema carretero con el sistema férreo, simplemente se recurre a una comparación de ventajas y desventajas de dos sistemas que son potencialmente aplicables al caso de estudio.

Para comparar dichos sistemas de transporte masivo resulta interesante el informe *Las ventajas de los tranvías por sobre otros sistemas de transportes de superficie en Latinoamérica* (Asociación Latinoamericana de Metros y Subterráneos (ALAMYS), mayo 2015), el que evalúa el tranvía frente a sistemas BRT, en una perspectiva latinoamericana, basándose en casos reales de aplicación tranviaria.

En lo que respecta a aspectos de emplazamiento, en sectores de entramado urbano con limitación de espacio físico, el tranvía se presenta como la mejor opción frente a la alternativa de un sistema BRT de características competitivas. Caso real de esto resulta ser el Tranvía de Tenerife cuyos estudios de viabilidad establecen al tranvía como transporte público más idóneo desde el punto de vista urbanístico, ecológico y de percepción social. Ambientalmente, el sistema férreo propulsado por tracción eléctrica ofrece más garantías que los BRT. Estos últimos funcionan principalmente con motores de combustión, contaminando ambiental y acústicamente. En cuanto a la percepción social, particularmente en el caso de Tenerife, la población tiene una impresión negativa del autobús, no así del metro ligero al verlo como un sistema moderno, funcional y efectivo que cumple con las expectativas y necesidades de movilidad.

Por otro lado, Bombardier Transportation (fabricante de material rodante), en el mismo informe citado destaca: “... los sistemas de trenes ligeros son superiores al BRT, al ofrecer una solución sostenible para la congestión, los desafíos ambientales y de desarrollo urbano que enfrentan las ciudades de América Latina en la actualidad.” (ALAMYS 2015). Enumera como ventajas:

- Pueden transportar más pasajeros en hora punta en comparación con los sistemas BRT.
- Representan ventajas económicas de un 40% por asiento por hora al tener requerimientos más bajos de operación y energía.
- Operan con propulsión eléctrica, a diferencia del BRT que opera generalmente con combustible Diésel. Esto se traduce en menos emisiones de gases contaminantes.
- Existe menor fricción entre ruedas y vías de acero que entre neumáticos de caucho y superficies de pavimento. Esto resulta en menos desgaste de la rodadura.
- A su vez, la operación de ruedas de acero en vías de acero, ambas lisas, representa un mejor confort para el usuario al ser más cómoda y silenciosa.
- Las aceleraciones y desaceleraciones de los motores eléctricos de los tranvías se pueden controlar electrónicamente haciéndolas más suaves.

- Las líneas de tranvía tienen carácter de permanencia e incentivan inversiones a largo plazo en desarrollos residenciales y comerciales.

En aspectos económicos, la consultora internacional SYSTRA apunta que, a pesar de que los costos iniciales de inversión en una línea férrea aparenten ser elevados a primera vista, son inversiones a largo plazo, donde el material rodante tiene una vida útil de 30 a 40 años, frente a los 10-15 años de los autobuses. A diferencia del BRT, el tranvía es sostenible en el tiempo con mayor vida útil y con una infraestructura diseñada para poder cumplir la demanda futura. Así también, los costos de operación y mantenimiento por pasajero-kilómetro son más bajos en el tranvía que en un sistema BRT. Otro aspecto positivo que destaca la consultora es el hecho que un tranvía revitaliza la ciudad, revaloriza el área urbanística en la zona de influencia de los corredores, y genera un mayor poder de atracción de habitantes, comercios, empresas, inversores, etc.

El sistema tranviario presenta un ahorro importante en los tiempos de viajes gracias a una mayor velocidad comercial y a la eliminación de congestión de tráfico. Además, garantiza un servicio de mayor regularidad y puntualidad. Acoplando dos trenes, la oferta horaria por sentido puede ser duplicada, mejorando también el nivel de confort de los pasajeros. Este nivel de confort para los pasajeros, más el ligero impacto en las intersecciones viales, en comparación con los BRT, y la no contaminación del aire por ser un sistema eléctrico vuelven al tranvía un elemento clave de la movilidad urbana sostenible.

Retomando tema de aceptación, según SYSTRA, el sistema tranviario se presenta como una opción moderna y atractiva que puede mejorar la imagen de una ciudad tanto para los ciudadanos, que tienen una percepción más favorable de su ciudad gracias a este transporte, como para la comunidad internacional que comienza a apreciar al tranvía como elemento de ciudad de alto nivel. Ejemplo de esto es el tranvía de Dubái, ver Figura N° 85.



Figura N° 85 – Tranvía de Al Sufouh, Dubái, EAU. Fuente: ALAMYS, 2015.

El tranvía no solo imprime la imagen de una ciudad moderna y vanguardista sino también la de ciudad responsable y sostenible, esto dado por su compromiso con un sistema de transporte público alimentado eléctricamente que disminuye las emisiones contaminantes dentro de la ciudad, como así también menos gases de efecto invernadero.

En aspectos sociales, el tranvía ofrece mayor englobamiento e inclusión al brindar un sistema digno de transporte, más seguro para el usuario y con mejor accesibilidad para personas de movilidad reducida, sin mencionar la dinámica y compatibilidad que presenta con el tránsito peatonal. Así también es una herramienta de reconversión urbana permitiendo el acceso y recuperación de zonas presionadas por el tráfico automotor, zonas que se ven afectadas y muchas veces abandonadas dada la calidad de vida de sus ciudadanos.

Se debe tener en cuenta que un proyecto de transporte masivo afecta a una urbe de tal manera que obliga a repensarla y replantear sus vías. Es así como esto inicia un proceso de reconquista del espacio urbano. Ejemplo claro de esto es la transformación de un carril transitado por automóviles a una plataforma elevada para tranvías, su capacidad de transportar personas aumenta significativamente, ver Figura N° 86.

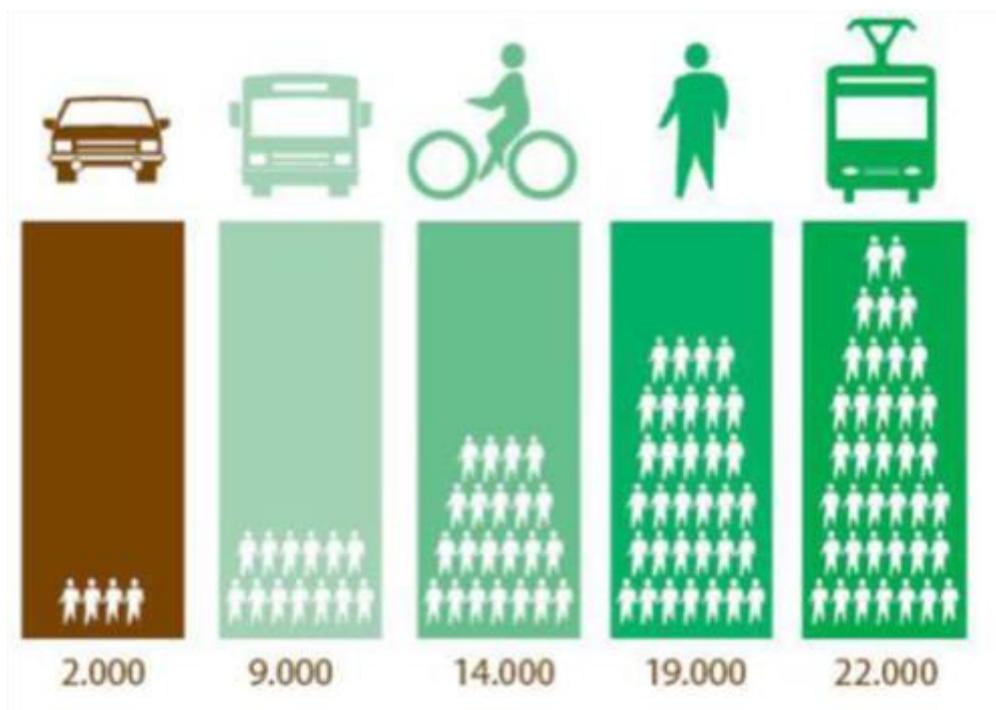


Figura N° 86 - Número de personas que pueden transitar en superficie por un carril de circulación de 3 a 5 m en 1h, en función del modo. Fuente: ALAMYS, 2015.

La transformación urbana que promueve la peatonalización de vías, por ejemplo, o que amplía los espacios para tránsito no motorizado, genera nuevos comportamientos y maneras de vivir la ciudad. Asociado a esto: menos contaminación atmosférica y sonora, mayor explanación para el paseo a pie y bicicleta, creación de nuevos sistemas urbanos, espacios de esparcimiento, ambientes más acogedores para las personas y sus actividades, etc. El tranvía es completamente compatible con todo esto ya que, tras su paso puede devolver el espacio urbano al peatón, ver

Figura N° 87. Así mismo, las plataformas férreas pueden ser ajardinadas para crear espacios verdes más agradables, algo imposible en sistemas BRT, ver Figura N° 88.



Figura N° 87 – Tranvía de Montpellier, Francia. Fuente: ALAMYS, 2015.



Figura N° 88 – Plataforma ajardinada. Fuente: ALAMYS, 2015.

El tranvía al ser un sistema guiado, sumado a las razones anteriores presentadas, se ha transformado en un excelente elemento de movilidad y renovación en importantes ciudades europeas que buscaban repotenciar sus cascos históricos y zonas emblemáticas. Notables ciudades latinoamericanas optan por este sistema debido a las mismas razones, como son

Cuenca (Ecuador) y Medellín (Colombia), las que apuestan por un nuevo urbanismo integrado a la movilidad, revalorizando el recorrido peatonal y la reconversión urbano-social.

Finalmente, se debe mencionar que quizás, el sistema tranviario y el BRT no sean comparables en ciertos términos ya que ambos tienen sus pro y contras con miradas fijadas en diferentes objetivos. Se han presentado ciertas ventajas del tranvía frente al BRT, como así también se puede indicar que en términos de inversión inicial el sistema carretero lleve ventaja, pero algo concluyente es que el tranvía tiene mayor facilidad para su integración urbana y ambiental, brindando mayor calidad de vida a la población asociada. El “efecto barrera” que puede inducir un sistema BRT es un aspecto no deseado en el presente estudio; ver ejemplo de Figura N° 89.



Figura N° 89 – Transmilenio de Bogotá. Fuente: ALAMYS, 2015.

#### 2.4.4 Antecedentes de tranvías en la región

Como se mencionó previamente, existen en la actualidad ciudades en América Latina que han adoptado recientemente el tranvía como elemento de solución a sus problemas de movilidad urbanos. Se pueden encontrar, así también, gran número de proyectos que pretenden implementar dicho sistema en la región, donde la Argentina no es la excepción a esto.

Para tomar reseña en antecedentes de tranvías en la región se opta por considerar la situación en la Argentina ya que, las situaciones económicas y sociales de los diferentes países de Latinoamérica varían y puede que no se adapten del todo al caso de estudio.

Los primeros antecedentes de este sistema férreo en el país datan de 1863, año en que comenzaron a circular en la Ciudad de Buenos Aires para luego extenderse a otras partes del país. Éstos se mantuvieron en funcionamiento hasta la década de 1960, fecha en que se los decretó deficitarios y obsoletos, suspendiendo su servicio.

Actualmente, aparece un resurgimiento de este medio de transporte en el país donde se explota una línea turística en el barrio porteño (Buenos Aires) de Caballito; líneas metropolitanas del Conurbano Bonaerense han sido rescatadas y equipadas con unidades de tranvía moderno, y quizás el más interesante para este caso de estudio, el Metrotranvía Urbano de la Ciudad de Mendoza.

El Metrotranvía de la Ciudad de Mendoza, inaugurado en el año 2012, posiblemente sea el mejor ejemplo de aplicabilidad del sistema en la Ciudad del Gran San Juan. Ambas ciudades, distanciadas 180 km, están unidas por fuertes lazos geográficos, históricos y económicos. Así también, Mendoza, cuarta ciudad en importancia en el país con más de 900 mil habitantes, es la capital de provincia más próxima a la Ciudad de San Juan.

Las provincias de San Juan y Mendoza confeccionan, junto con San Luis, la región de Cuyo en el centro-oeste de la Argentina, ver Figura N° 149 en Anexo II. Éstas se caracterizan por un relieve montañoso de escasa vegetación, climas desérticos y una economía basada en la agricultura, destacando la vitivinicultura. Los procesos históricos y económicos vividos por ambas provincias las asemejan en muchos aspectos, siendo Mendoza una gran influencia en la región.

El Metrotranvía de Mendoza está conformado por una línea férrea, que atraviesa el Gran Mendoza de norte a sur, emplazada sobre la traza de la antigua línea del Ferrocarril General San Martín y es operado por la Sociedad de Transporte de Mendoza, empresa estatal. Sirve a cuatro departamentos del aglomerado urbano y para el año 2016 contaba con 13 millones de pasajeros anuales. Inaugurado con 12,50 km de extensión y 15 estaciones, los buenos resultados de su explotación han propiciado extensiones alcanzando 17 km de plataforma y 24 estaciones. La Tabla N° 13 muestra algunas características técnicas del tranvía. La Figura N° 90 muestra el material rodante que se opera, coches Siemens-Duawag U2, comprados usados a la Ciudad de San Diego, EE.UU.

Tabla N° 13 – Características técnicas del Metrotranvía de Mendoza. Fuente: Elaboración propia.

<b>Características técnicas – Metrotranvía de Mendoza</b>	
Longitud	17 km
Número de estaciones	24
Ancho de vía (trocha)	1435 mm (ancho estándar)
Líneas	1 ramal (5 proyectadas en 5 etapas)
Tipo de plataforma	Reservada
Tipo de andén	Central
Material rodante	Duplas de coches Siemens-Duewag U2 (usados)
Capacidad del material rodante	180 pasajeros por dupla
Tipo de servicio	Transporte metropolitano de pasajeros
	



Figura N° 90 – Material rodante del Metrotranvía de Mendoza, unidades Siemens-Duewag U2. Fuente: Wikipedia.

Dado el crecimiento metropolitano de Mendoza surge la necesidad de un sistema de transporte masivo más eficiente y que descomprima las principales vías de acceso a la ciudad, como son Acceso Norte y Sur. En el caso estudiado de San Juan, el problema es similar, pero en un recorrido este-oeste.

“Respecto de las problemáticas surgidas de la inadecuación e insuficiencia del transporte público metropolitano, la puesta en marcha del Metrotranvía ha tenido como objetivo principal descomprimir el tránsito. La efectivización de este proyecto ha traído beneficios como el ordenamiento de los espacios públicos, la integración de territorios, la promoción del transporte público colectivo y la limitación del uso del automóvil con la consiguiente reducción de las emisiones de gases con efecto invernadero, mejorando la calidad del aire en el ámbito urbano y la reducción del nivel de ruido generado por el tráfico.” (Plan de Ejecución Metropolitano de Mendoza 2013).

Demostrado anteriormente, la Ciudad del Gran San Juan, al igual que el Gran Mendoza, presenta necesidad de soluciones debido a su expansión metropolitana. En el caso particular de Mendoza la solución de la implementación del tranvía ha contribuido, no solo en el transporte de pasajeros sino a la descompresión del tránsito y movilidad, y al ordenamiento y conexión territorial.

Las ciudades de San Juan y Mendoza no solo comparten lazos históricos, geográficos y económicos, este vínculo también ha generado idiosincrasias similares entre sus habitantes y corrientes sociales y urbanísticas muy allegadas. En base a la similitud entre ambas ciudades y el buen antecedente tranviario, exitoso en la vecina provincia, puede considerarse aplicable esta propuesta al caso de San Juan.

La Figura N° 91 muestra el emplazamiento del Metrotranvía en la Ciudad de Mendoza, sobre Av. Belgrano, en las inmediaciones del distrito centro. Por otro lado, la Figura N° 92 muestra la Av. Libertador Gral. San Martín en el centro de la Ciudad de San Juan, vía propuesta para proyectar una línea de tranvía este-oeste. Nótese la similitud urbanística entre ambas figuras.



Figura N° 91 – Emplazamiento urbano del Metrotranvía de Mendoza en Av. Belgrano. Fuente: Satélite Ferroviario.



Figura N° 92 – Av. Libertador Gral. San Martín, San Juan. Fuente: Google imágenes.

#### 2.4.5 Emplazamiento urbanístico

Una de las principales limitaciones que tiene la implementación de los sistemas de transporte masivos, sea tranvía, BRT, metros, trenes de cercanía, u otro, es la disponibilidad de espacio urbano para su emplazamiento.

Si bien la Ciudad de San Juan cuenta con espacios reducidos en algunos aspectos (esto debido a su planificación desactualizada), cuenta con gran potencial de reestructuración y modernización urbana debido a sus amplias veredas (aceras) y calles.

El corredor presentado en la Figura N° 77, del que se dará más detalles en el apartado de Análisis de las alternativas, no es la excepción a la condición de vastas dimensiones, haciendo de la Av. Libertador Gral. San Martín (ver Figura N° 42) una de las vías más importantes para la comunicación este-oeste. Así también, la Av. Guillermo Rawson (ver Figura N° 46) y la Av. Hipólito Yrigoyen (ver Figura N° 44), pertenecientes al recorrido, presentan características viales y urbanísticas propicias para el emplazamiento de una línea tranviaria.

Con la idea de establecer una plataforma reservada central para el tranvía, las zonas más complicadas respecto a dimensiones se presentarían en casos muy puntuales de la Av. Libertador Gral. San Martín y de la Av. Hipólito Yrigoyen, donde se cuenta con un ancho mínimo de 27 m entre líneas de edificación enfrentadas. Este ancho es comúnmente de 30 m en ambas avenidas. Por otro lado, la Av. Guillermo Rawson no presenta limitaciones de espacios de preocupación al disponer más de 40 m de ancho entre líneas de edificación, incluyendo un boulevard central que varía entre 11 y 14 m de ancho.



Figura N° 93 – Av. Guillermo Rawson, San Juan. Fuente: Google imágenes.



Figura N° 94 – Av. Hipólito Yrigoyen, San Juan. Fuente: Google imágenes.

Las Figura N° 92, Figura N° 93 y Figura N° 94 muestran las tres avenidas citadas anteriormente donde se puede apreciar las dimensiones generosas en los tres casos. En los casos de Av. Libertador Gral. San Martín y Av. Hipólito Yrigoyen, se exhiben las localizaciones más comprometidas respecto a espacio.

Se debe agregar que las tres avenidas dispuestas para el estudio del corredor presentan un buen atractivo arquitectónico y urbanístico, haciendo al corredor, no sólo funcional para el emplazamiento físico tranviario, sino también agradable a la vista y amigable para su recorrido a pie.

#### 2.4.6 Factores ambientales

Los factores ambientales toman un gran papel en la toma de decisión respecto a la elección del sistema de transporte a implementar.

Si se consulta la opinión emitida por los encuestados del estudio, en el apartado Encuestas sobre movilidad en la ciudad, se puede apreciar la percepción de los habitantes de la Ciudad de San Juan en materia de contaminación. Ver Figura N° 71 - Encuesta sobre movilidad en el Gran San Juan, resultados de apreciación de contaminación en el Gran San Juan asociado al tránsito y transporte. Fuente: Elaboración propia, Google Forms.

Los tres factores consultados a los participantes en materia ambiental resultaron contundentes: existe una clara percepción de contaminación atmosférica, sonora y visual de niveles medios a altos, siendo la contaminación sonora la de mayor preocupación.

Sin recurrir a estimaciones cuantitativas, ya que no se dispone de datos numéricos oficiales en materia de contaminación en la ciudad, se debe acudir a las apreciaciones cualitativas brindadas por los ciudadanos quienes son los que se desarrollan diariamente en la urbe.

De esta manera, las intervenciones que se realicen en materia de tránsito y transporte deben mejorar la situación ambiental de la ciudad y por ende la calidad de vida de la población. Se debe buscar que la percepción de la ciudad mejore en aspectos ambientales y de habitabilidad.

Por otro lado, la provincia de San Juan tiene como prioridad desde hace más de 10 años la generación de energías renovables y el adecuado manejo de residuos y gestión ambiental. Es así que la provincia cuenta con:

- Cuatro centrales hidroeléctricas en operación con una generación anual media de 1215 GWh.
- Dos centrales hidroeléctricas en desarrollo, con generaciones estimadas de 343 y 196 GWh.
- Una planta fotovoltaica de administración estatal con una potencia instalada de 1,70 MW conectada a la red nacional.
- Una segunda planta fotovoltaica de administración estatal, en desarrollo, con una potencia a instalar de 3 MW.
- Veintidós (22) proyectos fotovoltaicos aprobados y adjudicados a empresas privadas con una potencia de 539,20 MW, de los que 193 MW ya se encuentran en operación.
- Una fábrica integrada de lingotes de silicio solar, obleas y celdas cristalinas, y paneles solares fotovoltaicos, en construcción.
- Proyectos de parques de generación de energía mixtos, eólicos y solares, y estudios de aprovechamiento de energía geotérmica.
- Un Parque de Tecnologías Ambientales (PTA) que procesa, recupera y clasifica materiales reciclables de los residuos sólidos urbanos (RSU) del Gran San Juan. Así mismo da disposición final adecuada a los no reciclables. La instalación recibe 200 mil toneladas de residuos anuales.
- Diferentes centros de tratamiento, recuperación y disposición final de residuos en distintos puntos de la provincia.
- Un centro de educación e investigación ambiental denominado Anchipurac, construido en arquitectura sustentable, destinado a la educación para la sustentabilidad, entendida como Política de Estado al servicio de la comunidad local y global.
- Un Parque Industrial Tecnológico Ambiental Regional (PITAR), en desarrollo, que busca realizar un procesamiento productivo, dar valor agregado y brindar utilidad comercial a los materiales extraídos del proceso de clasificación de residuos sólidos urbanos del PTA.

Cabe destacar que San Juan lidera la generación de energía eléctrica fotovoltaica a nivel nacional.

Dadas estas condiciones y entendiendo al tranvía como un sistema de transporte eco-amigable: alimentado con energía eléctrica, de reducidas emisiones contaminantes, con niveles de ruido muy inferiores a los sistemas basados en motores a explosión, entre otros, resulta una excelente opción para complementar la política de estado guiada por la sustentabilidad y lograr un sistema de transporte metropolitano modelo, eficaz, limpio y acorde a dicha política. Así mismo, considerando su fortaleza en generación de energías renovables, la posibilidad de crear un sistema de transporte alimentado 100% con energías limpias posicionarían al Gran San Juan como una ciudad moderna, comprometida con el medio ambiente y que ofrece una buena calidad de vida.

#### 2.4.7 Impacto esperado

Con la implementación de la línea de tranvía propuesta para la Ciudad del Gran San Juan se espera:

- Descompresión y mejora del tránsito en el corredor este-oeste presentado.
- Reducción de los tiempos de viaje y aumento de la confiabilidad y capacidad del sistema de transporte público de pasajeros.
- Reducción de líneas de autobuses y superposición de estas en la zona de influencia del tranvía. Esto debido a una buena organización, administración y readecuación de los servicios de transporte.
- Cambio en las políticas de tránsito y transporte.
- Descompresión de las arterias afectadas por el nuevo sistema de transporte. Así también una reconversión del espacio urbano para el ciudadano.
- Mejora en la accesibilidad del ciudadano periférico al centro de la ciudad.
- Conversión en eje estructurante de la ciudad del corredor este-oeste.
- Empoderamiento de núcleos municipales cabeceros, descentralizando el distrito central.
- Mejora en la estructuración e integración territorial, y en la conexión metropolitana.
- Cambio cultural y social en la Ciudad de San Juan: movilidad con tendencia al transporte público por sobre el privado en base a una mejor percepción del servicio ofrecido.
- Oferta de un servicio de transporte de pasajeros de calidad, responsable, ecológico, seguro, saludable e inclusivo.
- Promoción del transporte público y de los desplazamientos peatonales.
- Mejora en el ordenamiento del tránsito y en los desplazamientos no motorizados.
- Crecimiento metropolitano ordenado y sostenible.

- Reducción en emisiones de gases de efecto invernadero, mejora de la calidad del aire en el ámbito urbano y la reducción del nivel de ruido en la ciudad.
- Mejora de la calidad de vida de los ciudadanos.
- Modernización y recategorización del Gran San Juan.
- Positiva evolución del sistema tranviario que incentive a la creación de nuevas líneas y expansión de la red tanto en la ciudad de San Juan como en otras ciudades del país. Creación de un sistema de transporte masivo en corredor norte-sur (según PLAM SJ) aplicando el sistema tranviario.
- Favorecimiento y desarrollo de la actividad socio-económica en la zona de influencia del tranvía y toda la ciudad.
- Favorecimiento del turismo posibilitando realizar circuitos de recorrido por zonas de alto interés en la ciudad.

---

## CAPÍTULO 3

### 3 Análisis de las alternativas

#### 3.1 Generalidades

Como se presentó con anterioridad, el presente estudio tiene como objetivo mejorar la movilidad en la Ciudad del Gran San Juan, prestando especial atención en el corredor este-oeste, de que ya se ha hecho mención.

En el presente apartado se estudia la importancia de dicho corredor de movilidad este-oeste, y se plantean diferentes alternativas de recorrido tranviario para, en base a diversos factores, optar por la alternativa más conveniente.

El diseño de una línea férrea implica un proceso de trazado y análisis iterativo, que conlleva la evaluación de diversos corredores y puntos de paso que resultan diferentes opciones de solución y, por ende, de explotación.

Como aspectos fundamentales para el diseño de las alternativas a desarrollar se tiene en cuenta sus características geométricas, dado que repercute en el confort y seguridad de la circulación, como así también su explotación, puntos de atracción y generación de viajes en su zona de influencia, viabilidad de emplazamiento urbano, atractivo general, oportunidad de modernización y reurbanización, etc.

De manera tentativa, los diseños geométricos que se comparan se desarrollan sobre imágenes satelitales y planos catastrales, con la ayuda de los softwares Google Earth y AutoCAD Civil 3D 2019, de Autodesk, con licencia estudiantil. Dado que se trata de trazados urbanos, sobre líneas viarias existentes, las limitaciones geométricas se reducen a curvas en cruces a 90°. Por otro lado, se desestima la injerencia altimétrica ya que las alternativas se emplazan sobre perfiles de terreno similares, con una pendiente promedio entre 0,6 y 0,7%.

#### 3.2 Importancia del corredor

La zona del Gran San Juan estudiada, exhibida en la Figura N° 5 y mencionada anteriormente, presenta características de importancia que dan propósito a este estudio de movilidad.

La extensión del corredor este-oeste planteado ostenta gran actividad económica, académica, gubernamental y social. Si bien el distrito central es un acumulador de actividades, como se describió, los extremos de la zona estudiada, Rivadavia y Santa Lucía (ver Figura N° 4), son localidades activas, con fuerte presencia de población joven y un desarrollo reciente de actividades que tienden a descomprimir el centro de la ciudad.

Por un lado, la localidad de Santa Lucía, extremo este del corredor, se caracteriza por ser destino residencial de muchas familias jóvenes y población activa en general, y ostenta una importante actividad social y deportiva en sus clubes y complejos de esparcimiento. Así mismo, se hace presente el sector agro-industrial. Esta localidad es un punto estratégico del Gran San Juan en lo que respecta a su salida al este, dígase centro del país.

Por otro lado, en el extremo oeste, la localidad de Rivadavia se caracteriza así también por ser primordialmente residencial, hogar de familias jóvenes y población activa. Al igual que Santa Lucía, la actividad social, recreacional y deportiva está presente con gran auge, a lo que se le suma una destacada actividad académica. En Rivadavia se hallan emplazadas las dos principales universidades de la provincia, Universidad Católica de Cuyo y el Complejo Universitario Islas Malvinas de la Universidad Nacional de San Juan. De igual manera, el departamento toma relevancia ya que su cabecera dispone del segundo centro médico de importancia en San Juan, el Hospital Dr. Marcial Quiroga, y cuenta con importantes centros comerciales emplazados recientemente.

Cabe destacar que las arterias viarias de mayor jerarquía, que atraviesan la ciudad de este a oeste, como son la Av. Libertador Gral. San Martín (ver Figura N° 42) y la Av. José Ignacio de la Roza (ver Figura N° 43), son concentradoras de actividades, desarrollándose en sus inmediaciones tareas comerciales, gubernamentales, académicas, deportivas, sociales, culturales, etc. En particular, la Av. Libertador Gral. San Martín dispone de una importante urbanización a lo largo de toda su traza urbana y es el principal eje estructurante del Gran San Juan, destino de importantes emplazamientos económicos y administrativos en el distrito centro, y zona por excelencia de actividades recreativas y sociales en su porción ubicada en el departamento Rivadavia.

Por último, se debe agregar que el crecimiento del Gran San Juan tiende hacia el oeste y hacia el sur, como indican Vásquez, n.d. y el PLAM SJ, entre otros. Su expansión hacia el oeste se debe al asentamiento de un estrato social de clase media, lo que ha potenciado en gran medida al departamento Rivadavia social y económicamente, y que continúa avanzando. Resulta imperioso crear un corredor de movilidad masivo en dicha orientación para abastecer la demanda producida por este desarrollo. La expansión sur de la ciudad resulta un caso interesante para el planteo de otra línea de transporte masivo que complemente la red, como identifica el PLAM SJ, pero no se estudia en el presente informe.

### 3.3 Estudio de factores

Como herramienta de análisis y comparación de alternativas se emplea el estudio de diversos factores que ayudan a la determinar el corredor tranviario más adecuado y beneficioso para la zona de estudio.

En el apartado de Análisis de alternativas se comparan los diferentes corredores propuestos para la instalación de la línea férrea. Dichos corredores comprenden franjas urbanas y puntos extremos e intermedios que poseen características propias, en algunos casos compartidas entre las alternativas, como diferentes en otros casos. Cada trazado puede tener factores a favor o en contra que lo beneficien o perjudiquen frente a sus competidores.

Los factores a considerar y evaluar en cada alternativa de trazado son:

- *Características geométricas:* dado que las características geométricas de un trazado férreo pueden afectar la explotación, comodidad de los usuarios, como así también elevar los costos de construcción, se evalúa la longitud, sinuosidad y cantidad de

cambios de dirección en cada alternativa. Estas características propias de cada diseño pueden ser de significancia frente a la comparación de alternativas.

- *Puntos de atracción en su zona de influencia:* se cuantifican, de manera aproximada, los puntos de atracción o centros de interés que queden comprendidos dentro de la zona de influencia de la alternativa estudiada (radio de 600 m). Se considera de mayor relevancia sitios públicos de gran interés y jerarquía como son hospitales, edificios gubernamentales, universidades y centros de estudio, centros culturales, etc. Así también, se tienen en cuenta centros y zonas comerciales de gran convocatoria.
- *Puntos de generación de viajes en su zona de influencia:* se estima de manera cualitativa el potencial de generación de viajes en función de los centros habitacionales comprendidos dentro de la zona de influencia de la alternativa estudiada (radio de 600 m).
- *Viabilidad de emplazamiento urbano:* se considera como limitante de emplazamiento urbano la falta de espacio entre líneas de fachada o edificación. Se evalúan los anchos y despejes disponibles por cada alternativa para así determinar la viabilidad de emplazamiento del sistema tranviario, priorizando un mínimo de afecciones y expropiaciones posibles sobre privados.
- *Oportunidad de modernización y reurbanización:* se estima de manera cualitativa el potencial de modernización y reurbanización de la franja urbana que ocuparía la alternativa, en función de su estado y desarrollo actual. Una obra tranviaria implica una importante inversión y reacondicionamiento en materia urbana lo que puede resultar ventajoso para el rejuvenecimiento de ciertos sectores de la ciudad.

En cada alternativa que se plantee se evalúan los factores presentados y se puntúa comparativamente cada trazado. El apartado de Análisis de alternativas estudia cada diseño tentativo y los contrapone para obtener el más conveniente en función de los parámetros considerados.

### **3.4 Trazado de alternativas**

El proceso de trazado de alternativas, en el caso de caminos y líneas férreas en campo abierto, implica un proceso iterativo de diseño en el que se busca optimizar el trazado, resultando en cada iteración una variante más conveniente que las anteriores. En el caso particular de este estudio, el proceso de trazado de alternativas no se rige estrictamente a lo anterior sino que, al tratarse de una línea tranviaria de recorrido urbano y metropolitano, el proceso de trazado de alternativas se ve más ligado a la identificación de posibles corredores físicos en la urbe donde poder implantar dicho sistema de transporte, caracterizados por los extremos a unir, sus zonas de influencia, áreas de servicio, afecciones y expropiaciones consecuentes, y el beneficio social asociado a los mismos, entre otros.

Como ya se ha mencionado, la línea tranviaria en estudio tiene como extremos de su recorrido las localidades de Rivadavia, al oeste, y Santa Lucía, al este, pasando por el departamento Capital. Como propuesta, se trazan tres variantes que unen las localidades de inicio y final

citadas, con diferencias y similitudes a lo largo de sus recorridos. Los trazados desarrollados se muestran en la Figura N° 95. Se observan en colores rojo, verde y azul, las alternativas I, II y III, respectivamente. Cabe aclarar que las tres alternativas se superponen en su recorrido en su porción este.

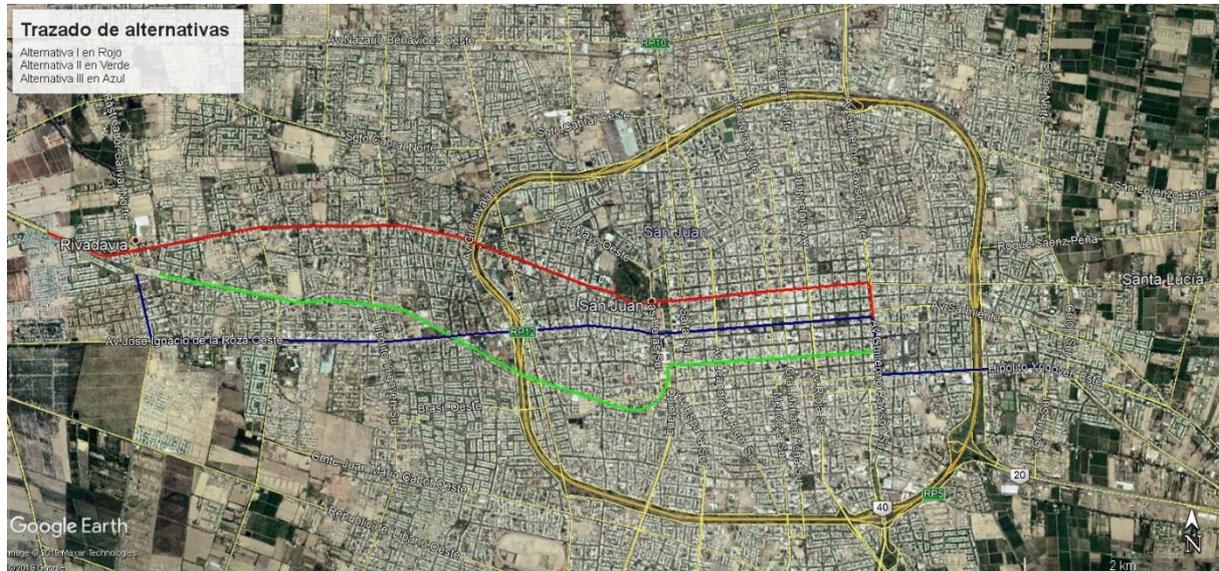


Figura N° 95 – Alternativas de trazado para el recorrido tranviario. Fuente: Elaboración propia, Google Earth.

Los diseños de alternativas presentados son de magnitud tentativa y se limitan a parámetros planimétricos. En todos los casos los trazados se guían por las recomendaciones expuestas en las Figura N° 117 y Figura N° 118.

### 3.4.1 Alternativa I

La Alternativa I, que se presenta en color rojo en la Figura N° 95, con origen en la localidad de Rivadavia, discurre principalmente por la Av. Libertador Gral. San Martín (ver Figura N° 42) hacia el este, atravesando el distrito central, hasta interceptar la Av. Guillermo Rawson (ver Figura N° 46). A lo largo de esta última, el recorrido toma dirección norte-sur hasta Calle 9 de Julio / Hipólito Yrigoyen (ver Figura N° 44) donde retoma dirección este-oeste para dirigirse a la localidad de Santa Lucía y finalizar su recorrido en dicha cabecera. Las tres vías por donde se plantea el recorrido presentan características urbanísticas y anchos libres entre límites de edificación aptos para el emplazamiento tranviario, con anchos mínimos y máximos aproximados de 27 y 40 m, respectivamente.

El desarrollo planteado para esta alternativa tiene una longitud total de 11525,13 m, de los cuales 8604,29 m discurren sobre Av. Libertador Gral. San Martín, 930,27 m sobre Av. Guillermo Rawson y los restantes 1990,57 m sobre Calle 9 de Julio / Hipólito Yrigoyen. El diseño se adapta al desarrollo viario actual, respetando las recomendaciones de diseño propias de un sistema tranviario, con un planteo amplio en casi todo su recorrido y un radio mínimo proyectado de 35 m.

Cabe mencionar que la alternativa citada recorre una zona de gran actividad, con un desarrollo urbanístico destacado y una población característicamente joven y activa. Su porción oeste,





Figura N° 97 - Trazado de Alternativa I, progresivas 3+000 a 6+000. Fuente: Elaboración propia, Google Earth.



Figura N° 98 - Trazado de Alternativa I, progresivas 6+000 a 9+000. Fuente: Elaboración propia, Google Earth.



Figura Nº 99 - Trazado de Alternativa I, progresivas 9+000 a 11+525.13. Fuente: Elaboración propia, Google Earth.

### 3.4.2 Alternativa II

La Alternativa II, que se presenta en color verde en la Figura Nº 95, con origen en la localidad de Rivadavia, discurre por el corredor este-oeste de Transporte Masivo Metropolitano identificado por el PLAM SJ en su modelo deseado de movilidad. Ver Figura Nº 143 del Anexo II. Se presenta dicho corredor ya que, el PLAM SJ lo propone como línea de recorrido para un sistema BRT, por lo que puede resultar una opción de consideración para un sistema tranviario.

De oeste a este, el trazado se emplaza sobre una antigua línea ferroviaria del Ferrocarril General San Martín, ramal San Juan-Marquesado, que actualmente presenta uso viario bajo la denominación de Calle Nuche (ver Figura Nº 150, Anexo III). Dicho recorrido se desarrolla hasta interceptar la Av. Córdoba (ver Figura Nº 151, Anexo III), por la que se proyecta hasta Av. Guillermo Rawson (ver Figura Nº 46). Sobre Av. Rawson el recorrido toma dirección norte-sur hasta Calle 9 de Julio / Hipólito Yrigoyen (ver Figura Nº 44). A lo largo de esta última, en dirección este-oeste, se dirige a la localidad de Santa Lucía para finalizar su recorrido. La porción diseñada desde Av. Guillermo Rawson hacia el este es común para todas las alternativas.

El desarrollo planteado para esta alternativa tiene una longitud total de 10086,82 m, de los cuales 5748,88 m discurren sobre Calle Nuche, 2122,78 m sobre Av. Córdoba, 224,36 m sobre Av. Guillermo Rawson, y los restantes 1990,80 m sobre Calle 9 de Julio / Hipólito Yrigoyen. El diseño se adapta al desarrollo viario actual, respetando las recomendaciones de diseño propias de un sistema tranviario, con un planteo amplio en casi todo su recorrido y un radio mínimo proyectado de 35 m. Las vías por donde se plantea el recorrido presentan características urbanísticas y anchos libres entre límites de edificación con limitaciones de espacios. Específicamente, la Calle Nuche presenta anchos libres variables, disponiendo de mínimos de 12,50 m en gran parte de su recorrido. Lo anterior se traduce en un impedimento para el desarrollo urbanístico, viario y tranviario si no se desea recurrir a grandes afecciones y

expropiaciones. En contraparte, el resto del recorrido dispone de anchos mínimos y máximos aproximados de 30 y 40 m, respectivamente.

Se debe mencionar que la alternativa citada, al disponer una porción sobre una antigua línea ferroviaria, no dispone de un fuerte desarrollo urbanístico en su entorno. Así mismo, el atractivo y actividades sobre Calle Nuche es incipiente y débil. Su zona de influencia, asociada a la anterior calle, no dispone de gran cantidad de atractivos de importancia, a excepción de ciertos sectores. Como sitios de interés se observan la cabecera departamental de Rivadavia, el Hospital Dr. Marcial Quiroga, la Universidad Católica de Cuyo, el Complejo Universitario Islas Malvinas de la U.N.S.J. y algunos centros comerciales.

Su porción centro y este, cuya zona de influencia se superpone o coincide con las otras alternativas propuestas, transita las zonas neurálgicas del Gran San Juan en lo que respecta a comercio y servicios. Así mismo, abarca importantes centros gubernamentales y municipales, el primer centro de salud en importancia de la provincia, Hospital Dr. Guillermo Rawson, la terminal de autobuses, el centro administrativo de la localidad de Santa Lucía, entre otros.

Las Figura N° 100, Figura N° 101, Figura N° 102 y Figura N° 103, muestran el trazado de la Alternativa II presentada. Así mismo, se exhibe su zona de influencia y los centros de atracción de viajes más relevantes y de conocimiento popular, como son hospitales, escuelas, edificios gubernamentales, universidades, centros deportivos, centros sociales y culturales, centros de comercio, bares, restaurantes y lugares de recreación en general, entre otros.

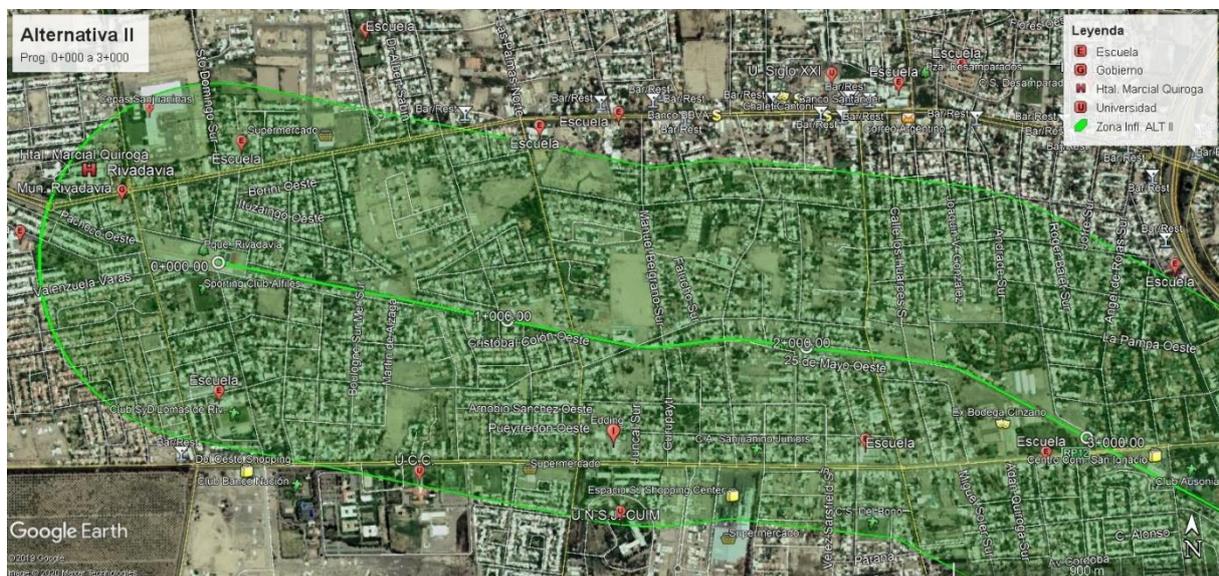


Figura N° 100 - Trazado de Alternativa II, progresivas 0+000 a 3+000. Fuente: Elaboración propia, Google Earth.

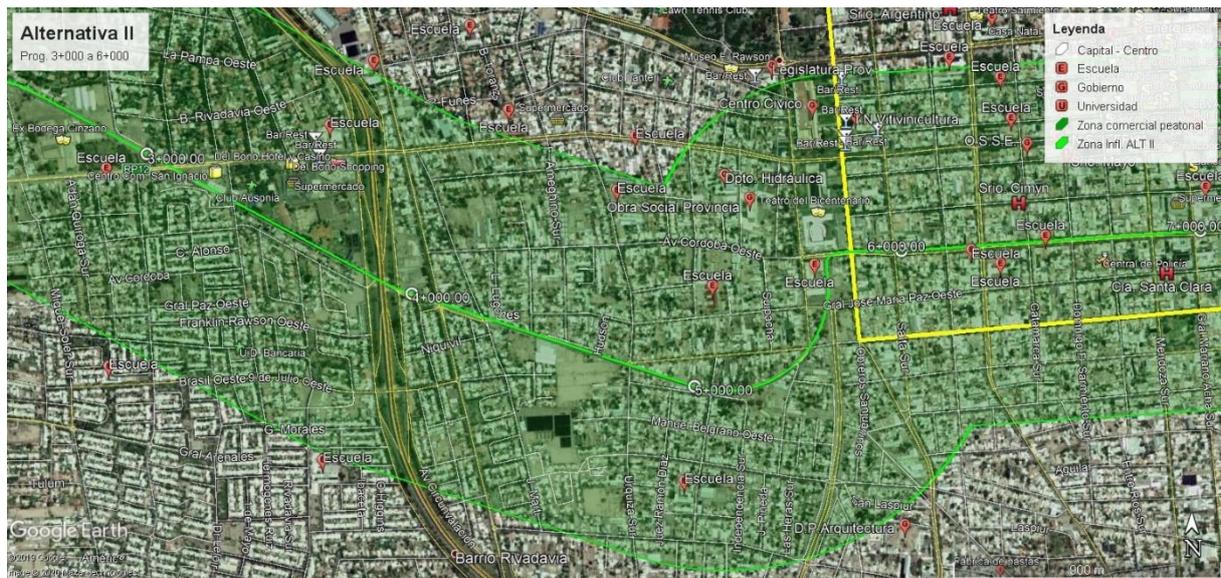


Figura N° 101 - Trazado de Alternativa II, progresivas 3+000 a 6+000. Fuente: Elaboración propia, Google Earth.



Figura N° 102 - Trazado de Alternativa II, progresivas 6+000 a 9+000. Fuente: Elaboración propia, Google Earth.

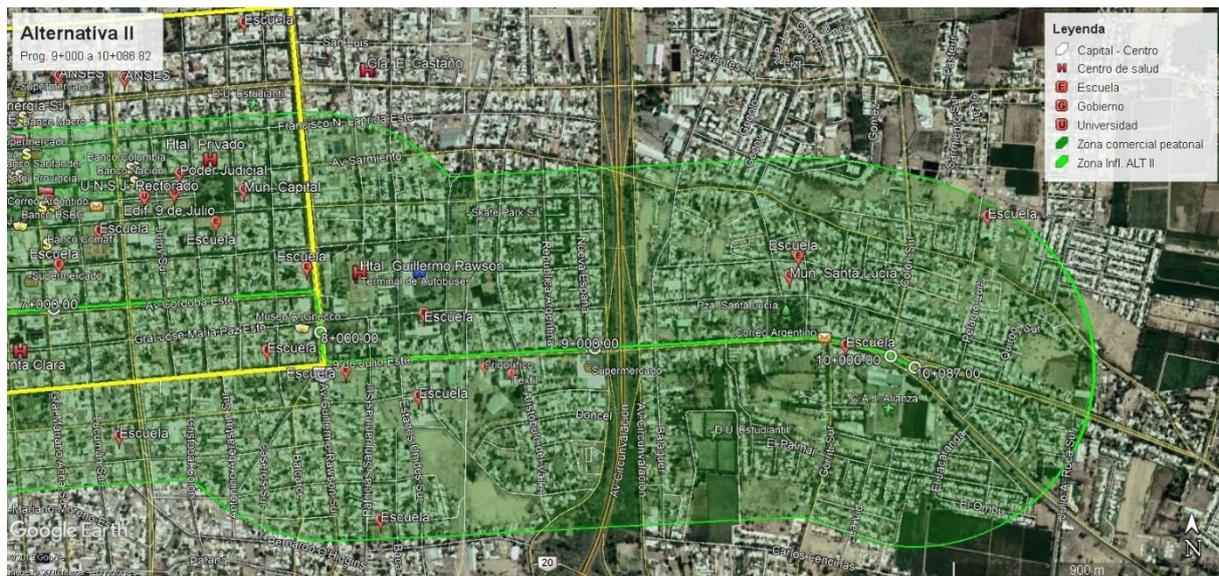


Figura N° 103 - Trazado de Alternativa II, progresivas 9+000 a 10+086,82. Fuente: Elaboración propia, Google Earth.

### 3.4.3 Alternativa III

La Alternativa III, que se presenta en color azul en la Figura N° 95, con origen en la localidad de Rivadavia, transita primeramente por Calle Rastreador Calivar (ver Figura N° 152, Anexo III) en dirección norte sur. Luego el trayecto toma recorrido principal por la Av. José Ignacio de la Roza (ver Figura N° 43) hacia el este, atravesando el distrito central, hasta interceptar la Av. Guillermo Rawson (ver Figura N° 46). A lo largo de esta última, el recorrido discurre en dirección norte-sur hasta Calle 9 de Julio / Hipólito Yrigoyen (ver Figura N° 44) donde retoma dirección este-oeste para dirigirse a la localidad de Santa Lucía y finalizar su recorrido en dicha cabecera. Las vías por donde se plantea el recorrido presentan características urbanísticas y anchos libres entre límites de edificación aptos para el emplazamiento tranviario, con anchos mínimos y máximos aproximados de 27 y 40 m, respectivamente. La excepción a lo anterior resulta ser la Calle Rastreador Calivar, de anchos libres cercanos a los 20 m, lo que podría representar limitaciones para el emplazamiento tranviario y carretero sin recurrir a grandes afecciones y expropiaciones.

El desarrollo planteado para esta alternativa tiene una longitud total de 10618,44 m, de los cuales 694,96 m discurren sobre Calle Rastreador Calivar, 7349,87 m sobre Av. José Ignacio de la Roza, 582,41 m sobre Av. Guillermo Rawson y los restantes 1991,20 m sobre Calle 9 de Julio / Hipólito Yrigoyen. El diseño se adapta al desarrollo viario actual, respetando las recomendaciones de diseño propias de un sistema tranviario, con un planteo amplio en casi todo su recorrido y un radio mínimo proyectado de 35 m.

Cabe mencionar que la alternativa citada recorre una zona de importante actividad y desarrollo urbanístico, a excepción lugares puntuales que aún presentan características semi rurales. Al igual que la Alternativa I, cuenta con una población característicamente joven y activa. Su porción oeste, emplazada sobre Av. José Ignacio de la Roza es destino de gran actividad universitaria y comercial. Recientemente, dicha avenida, ha sido ampliada y remodelada, mejorando las condiciones urbanísticas y viarias. A lo largo de su recorrido, e incluidos dentro

de su zona de influencia, se hallan centros educativos de nivel secundario y universitario, centros comerciales y numerosos centros habitacionales.

Su porción centro y este, cuya zona de influencia se superpone o coincide con las otras alternativas propuestas, transita las zonas neurálgicas del Gran San Juan en lo que respecta a comercio y servicios. Así mismo, abarca importantes centros gubernamentales y municipales, el primer centro de salud en importancia de la provincia, Hospital Dr. Guillermo Rawson, la terminal de autobuses, el centro administrativo de la localidad de Santa Lucía, entre otros.

Las Figura N° 96, Figura N° 97, Figura N° 98 y Figura N° 99, muestran el trazado de la Alternativa III presentada. Así mismo, se exhibe su zona de influencia y los centros de atracción de viajes más relevantes y de conocimiento popular, como son hospitales, escuelas, edificios gubernamentales, universidades, centros deportivos, centros sociales y culturales, centros de comercio, bares, restaurantes y lugares de recreación en general, entre otros.



Figura N° 104 - Trazado de Alternativa III, progresivas 0+000 a 3+000. Fuente: Elaboración propia, Google Earth.

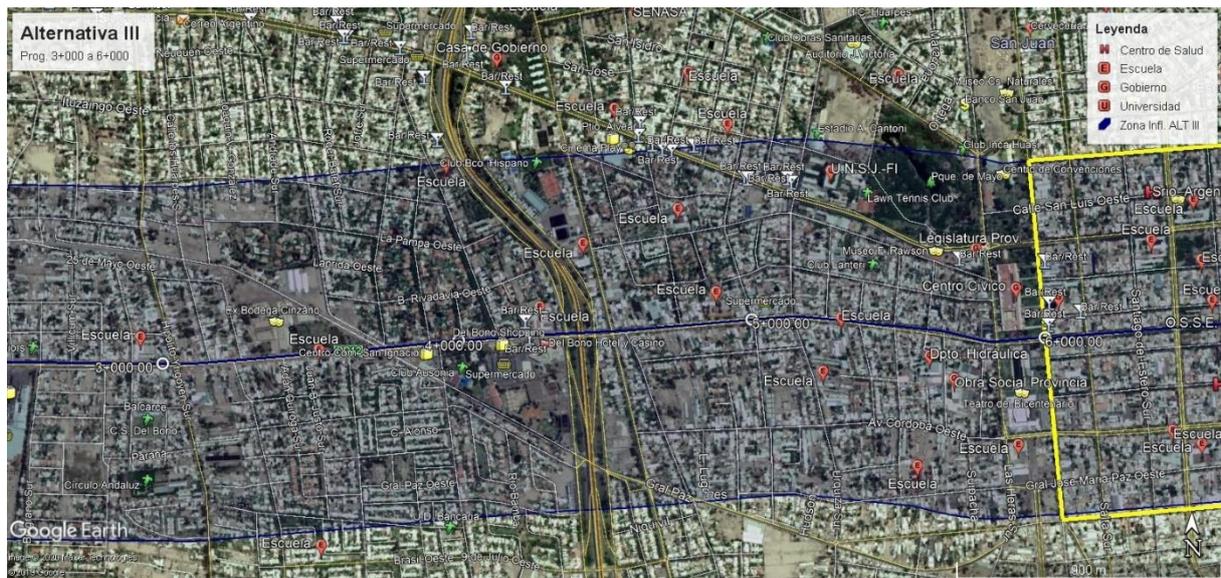


Figura N° 105 - Trazado de Alternativa III, progresivas 3+000 a 6+000. Fuente: Elaboración propia, Google Earth.

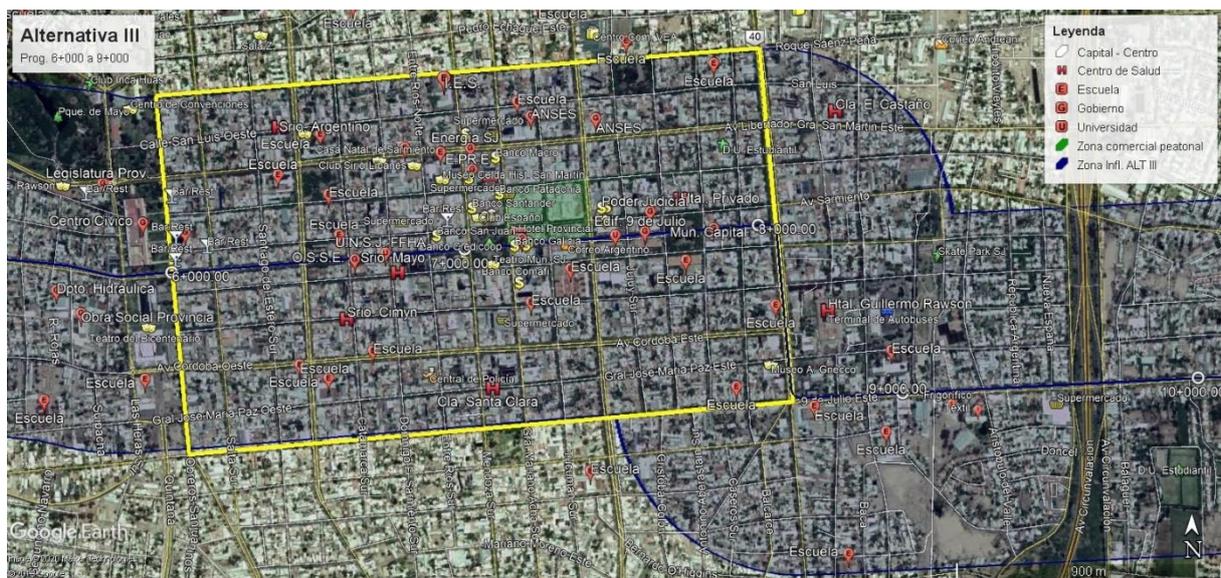


Figura N° 106 - Trazado de Alternativa III, progresivas 6+000 a 9+000. Fuente: Elaboración propia, Google Earth.

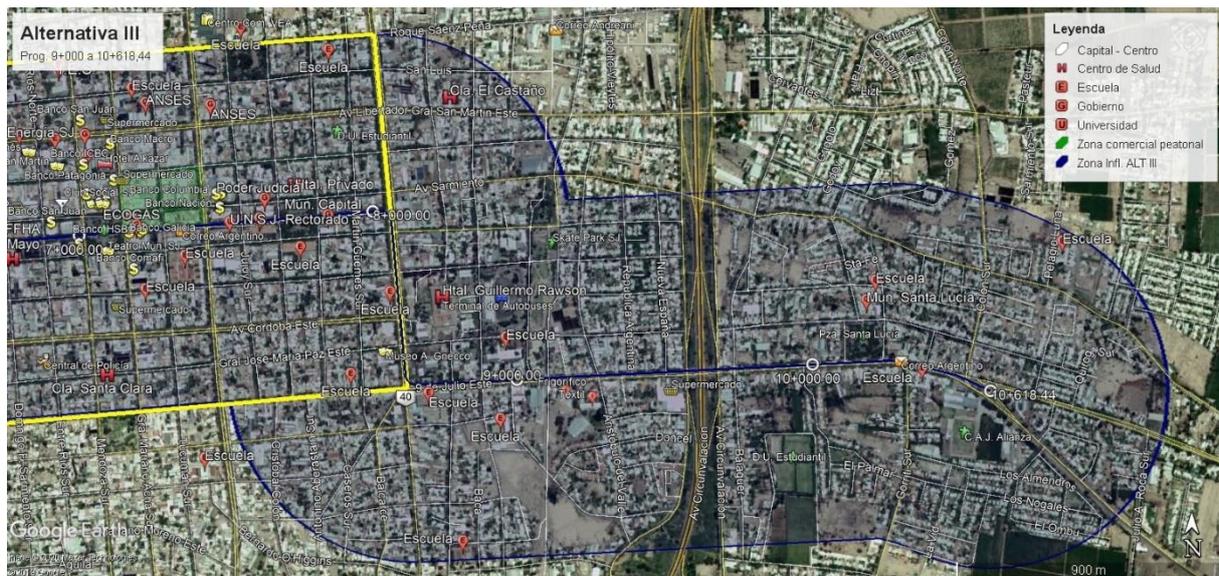


Figura N° 107 - Trazado de Alternativa III, progresivas 9+000 a 10+618,44. Fuente: Elaboración propia, Google Earth.

### 3.5 Análisis de alternativas

Con el fin de determinar la alternativa más conveniente se analizan los factores presentados en el apartado Estudio de factores. En cada alternativa, se estudian los parámetros de comparación y se puntúan para obtener un puntaje que de una jerarquía de trazados.

Dado que las tres alternativas trazadas presentan el mismo recorrido en su porción este, puntualmente a partir de la Av. Guillermo Rawson, se comparan sus tramos centro y oeste donde los trazados presentan diferencias claras.

Los factores que se estudian son:

- *Características geométricas*
- *Puntos de atracción en su zona de influencia*
- *Puntos de generación de viajes en su zona de influencia*
- *Viabilidad de emplazamiento urbano*
- *Oportunidad de modernización y reurbanización*

#### 3.5.1 Características geométricas

Para realizar la comparación de las características geométricas de las diferentes alternativas, se estudian diferentes rasgos de los trazados como longitud, número de curvas y sinusidad, y así definir la opción más conveniente. Priorizando la seguridad y el confort del usuario de la línea tranviaria, el análisis de los parámetros se muestra en la Tabla N° 14. Se otorga tres puntos a la alternativa más confortable.

Tabla N° 14 – Características geométricas según alternativa. Fuente: Elaboración propia.

<b>Características geométricas según Alternativa de recorrido</b>				
Característica	Unidad	Alternativa		
		I	II	III
Longitud	m	11525,61	<b>10086,82</b>	10618,44
Nº curvas	Nº	11	<b>10</b>	11
Σ giros	° sexag.	<b>322,0506</b>	471,2516	334,2318
Sinuosidad	°/m	<b>0,0279</b>	0,0467	0,0315
<b>Puntaje</b>		<b>3</b>	2	1

Los resultados de la Tabla N° 14 muestra como más conveniente a la Alternativa I si se priorizan aspectos de comodidad del usuario. Si bien la Alternativa I presenta una mayor longitud de recorrido, lo que se traduce en mayores costos, su sumatoria de giros y sinuosidad resultante la posicionan como la alternativa con mayor confort. De esta manera, el puntaje queda establecido según Tabla N° 14.

### 3.5.2 Puntos de atracción en su zona de influencia

El procedimiento se basa en el conteo de lugares de atracción incluidos en la zona de influencia de cada alternativa. Se otorga tres puntos a la alternativa con mayor cantidad de centros de atracción abarcados, dos puntos a la alternativa que quede en segundo lugar y un punto a la alternativa que presente menos puntos de atracción englobados. La Tabla N° 15 muestra el conteo de puntos de atracción para cada alternativa.

Tabla N° 15 -Número de puntos de atracción según alternativa. Fuente: Elaboración propia.

<b>Número de puntos de atracción según Alternativa de recorrido</b>			
Tipo de atracción	Alternativa		
	I	II	III
Edificios gubernamentales	<b>22</b>	13	17
Escuelas	<b>43</b>	31	39
Centros de salud	7	6	8
Universidades	4	4	5
Centros culturales	<b>15</b>	7	11
Centros deportivos	<b>16</b>	10	16
Centros comerciales	4	4	5
Espacios públicos	<b>5</b>	3	4
Supermercados	<b>9</b>	7	9
Industrias	<b>4</b>	4	4
Correos	<b>4</b>	2	2
Bancos	<b>20</b>	14	16
Bares y restaurantes	<b>41</b>	8	18
Otros	3	5	5
<b>Totales</b>	<b>197</b>	118	159

Número de puntos de atracción según Alternativa de recorrido			
Tipo de atracción	Alternativa		
	I	II	III
<b>Puntaje</b>	<b>3</b>	1	2

Los resultados de la Tabla N° 15 muestran a la Alternativa I como la más conveniente en lo que respecta a puntos de interés abarcados por su zona de influencia. Dicha alternativa domina en 10 de 14 tipos de atracción, sumando un total de 197 puntos de atracción. Si bien ésta presenta una clara ventaja en el ítem de bares y restaurantes, dado que la Av. Libertador Gral. San Martín es concentradora de este tipo de establecimientos, aun desestimando este último apartado, la Alternativa I resulta vencedora. Dado esto, el puntaje queda establecido según Tabla N° 15.

### 3.5.3 Puntos de generación de viajes en su zona de influencia

En aspectos de puntos de generación de viajes, las tres alternativas diseñadas no presentan diferencias destacables en sus porciones centro y este de sus recorridos, tramos donde sus zonas de influencia coinciden o se asemejan.

Por otro lado, en sus tramos ubicados al oeste, las alternativas presentan diferencias que pueden asociarse a los barrios y centros habitacionales que quedan insertos en sus zonas de influencia. De manera generalizada, las franjas de influencia de los tres trazados se caracterizan por abarcar zonas residenciales, aun así, presentan diferencias que pueden posicionar una opción por sobre otra.

Si se observan las áreas asociadas a las tres alternativas se puede denotar la presencia de grandes terrenos baldíos o parcelas rurales incluidas, especialmente en los orígenes de los trazados. Las Figura N° 96, Figura N° 100 y Figura N° 104 exhiben lo indicado. Si bien resulta difícil estimar la generación de viajes que puede producirse en dichas zonas, se puede asumir que aquellas franjas más urbanizadas demandarán mayor cantidad de viajes. Ante esto, las Alternativas I y III se disponen en desventaja frente a la Alternativa II dado que abarcan mayor extensión semi rural o no urbanizada.

En base a lo descripto y lo exhibido en las Figura N° 96, Figura N° 100 y Figura N° 104, se puede puntuar la Alternativa II con 3 puntos, y las alternativas I y III con 2 puntos al considerarse que entre ellas no hay diferencias en el aspecto estudiado.

### 3.5.4 Viabilidad de emplazamiento urbano

En aspectos de viabilidad de emplazamiento en su entorno urbano, se evalúa la disposición de espacios libres entre líneas de edificación para la inserción de la plataforma tranviaria. Así mismo, se tiene en cuenta los impedimentos viarios y de otros tipos de emplazamientos en sus recorridos.

De manera general y cualitativa, se evalúan las condiciones actuales de los corredores de las tres alternativas presentadas. En todos los casos, se toma como parámetro un perfil tipo de ancho mínimo de 27,5 m, que se describe en el apartado Perfiles transversales tipo. Dicho

parámetro se compara con las distancias libres entre líneas de edificación y en base a esto estimar la aplicabilidad de dicho perfil mínimo.

Al igual que en los factores anteriormente analizados, se otorgan tres puntos al diseño con mejores condiciones en el aspecto estudiado.

- Alternativa I:

Como se describió previamente, el completo trazado de la Alternativa I se desarrolla sobre infraestructura vial de jerarquía, con disposición de anchos libres entre líneas de edificación superiores a 27,5 m.

La Av. Libertador Gral. San Martín, vía por donde se desarrolla el 75 % del trazado, cuenta con despejes mínimos de 27,5 m y máximos de 40 m. Ver Figura N° 92.

La Av. Guillermo Rawson, vía por donde se desarrolla el 8 % del trazado, cuenta con despejes mínimos de 43 m y máximos de 45 m. Ver Figura N° 93.

La Calle 9 de Julio / Hipólito Yrigoyen, vía por donde se desarrolla el 17 % restante del trazado, cuenta con despejes mínimos de 30 m y máximos de 31 m. Ver Figura N° 94.

- Alternativa II:

Esta alternativa, como se presentó anteriormente, discurre en gran medida por una antigua línea de ferrocarril, actualmente Calle Nuche. Esta última presenta importantes limitaciones de espacio para la incorporación de una plataforma tranviaria de las condiciones proyectadas.

La Calle Nuche, vía por donde se desarrolla el 57 % del trazado, cuenta con despejes mínimos aproximados de 10,5 m, y promedios aproximados de 13 m. Dichas condiciones representan un impedimento para implantar un perfil tipo propuesto de 27,5 m de ancho. En este caso particular, la implementación de un sistema de transporte masivo en conjunto de una plataforma carretera implica grandes afecciones y expropiaciones, lo que se traduce en excesivos costos. Ver Figura N° 108.



Figura N° 108 – Calle Nuche, San Juan. Fuente: Google Maps.

La Av. Córdoba, vía por donde se desarrolla el 21 % del trazado, cuenta con despejes mínimos promedio de 30 m. Ver Figura N° 109.



Figura N° 109 – Av. Córdoba, San Juan. Fuente: Google Maps.

La Av. Guillermo Rawson, vía por donde se desarrolla el 2 % del trazado, cuenta con despejes mínimos de 43 m y máximos de 45 m. Ver Figura N° 93.

La Calle 9 de Julio / Hipólito Yrigoyen, vía por donde se desarrolla el 20 % restante del trazado, cuenta con despejes mínimos de 30 m y máximos de 31 m. Ver Figura N° 94.

- Alternativa III:

La presente alternativa, discurre principalmente por vías de importancia, con amplios márgenes en lo que respecta a despejes entre líneas de edificación a excepción de su primer tramo, diseñado sobre Calle Rastreador Calivar, la presenta importantes limitaciones de espacio para la incorporación de una plataforma tranviaria de las condiciones proyectadas.

La Calle Rastreador Calivar, vía por donde se desarrolla el 6,5 % del trazado, cuenta con despejes aproximados de 20 m en el tramo proyectado. Dichas condiciones representan un impedimento para implantar un perfil tipo propuesto de 27,5 m de ancho. En este caso particular, la implementación de un sistema de transporte masivo en conjunto de una plataforma carretera implica grandes afecciones y expropiaciones, lo que se traduce en excesivos costos. Ver Figura N° 108. Así mismo, no existe ninguna otra vía que logre conectar el recorrido de Av. José Ignacio de la Roza con la cabecera departamental de Rivadavia.



Figura N° 110 -Calle Rastreador Calivar, San Juan. Fuente: Google Maps.

Un 69 % del trayecto de la Alternativa III discurre por Av. José Ignacio de la Roza, vía que presenta buenas condiciones en general, tanto de espacios como urbanización para la implementación de la línea tranviaria estudiada. Dispone de anchos entre líneas de edificación variables entre 27 y 30 m, con sitios puntuales limitantes de 25 m de ancho. Ver Figura N° 111 y Figura N° 112.



Figura N° 111 – Av. José Ignacio de la Roza en Rivadavia, San Juan. Fuente: Google Maps.

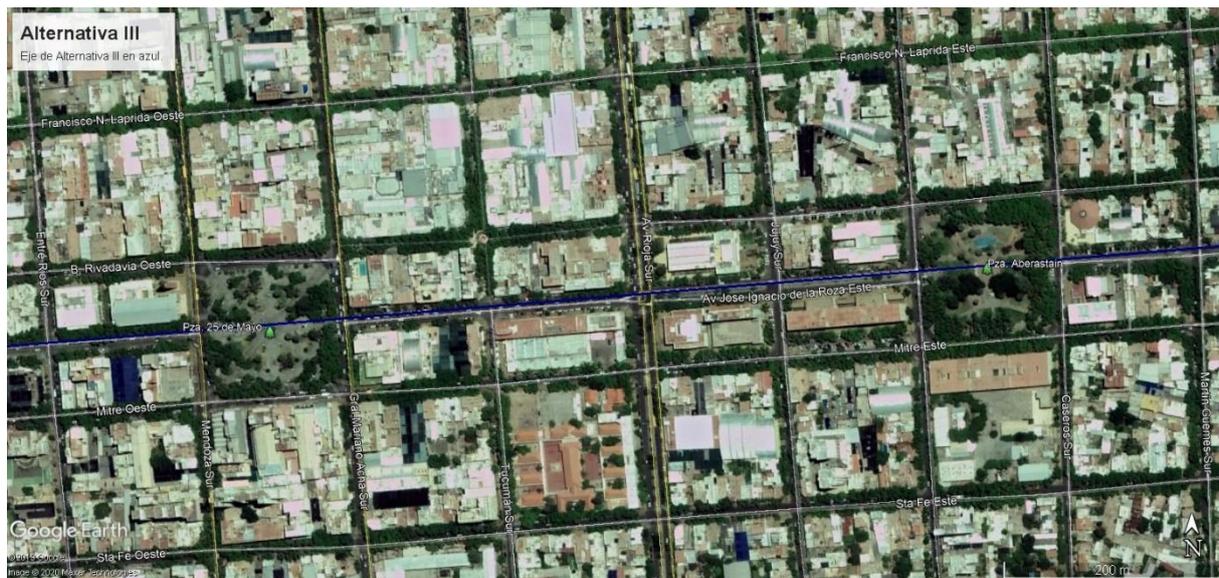


Figura N° 112 – Av. José Ignacio de la Roza en Capital, San Juan. Fuente: Google Maps.

La Av. Guillermo Rawson, vía por donde se desarrolla el 5,5 % del trazado, cuenta con despejes mínimos de 43 m y máximos de 45 m. Ver Figura N° 93.

La Calle 9 de Julio / Hipólito Yrigoyen, vía por donde se desarrolla el 19 % restante del trazado, cuenta con despejes mínimos de 30 m y máximos de 31 m. Ver Figura N° 94.

Si bien la Alternativa III presenta limitaciones de importancia en algunos puntos de su recorrido, presenta sus mayores inconvenientes en el distrito central del Gran San Juan. La Av. José Ignacio de la Roza intercepta dos plazas céntricas de la ciudad, detalle que se puede apreciar en la Figura N° 113, lo que significa una discontinuidad para la línea tranviaria. Soluciones a esto implicaría cambio de trazado para evitar dichos espacios públicos o infraestructuras a diferente nivel como la tunelización de la estructura férrea, lo que involucraría un fuerte costo.



**Figura N° 113 – Eje de Alternativa III a través de plazas céntricas de San Juan. Fuente: Elaboración propia, Google Earth.**

De lo expuesto y analizado anteriormente se puede concluir que, si bien las tres alternativas disponen de un buen potencial para el desarrollo de la línea tranviaria estudiada, la que presenta mejores condiciones urbanísticas actuales es la Alternativa I dada su mayor disponibilidad de espacio para su desarrollo y continuidad. Así mismo, la Alternativa I dispone de un desarrollo que acompaña y favorece a la realización de un sistema de transporte de las categorías propuestas. Las Alternativas II y III, con una fuerte inversión en expropiaciones, resultarían ser buenas opciones frente a la Alternativa I.

De manera concluyente, la Alternativa I, en aspectos de viabilidad de emplazamiento es la más favorable, puntuada con 3 puntos. A la Alternativa III se le otorgan 2 puntos ya que frente a la Alternativa II presenta mejores condiciones, quedando esta última puntuada con 1 punto debido a sus limitaciones en Calle Nuche.

### 3.5.5 Oportunidad de modernización y reurbanización

La construcción e implementación de una línea tranviaria significa una buena oportunidad para modernizar y reurbanizar la zona asociada a dicho transporte. Las alternativas planteadas, en este aspecto, presentan marcadas diferencias que permiten posicionarlas según la oportunidad de intervenir y mejorar su situación.

De manera clara y diferenciada, la Alternativa I es la que presenta una menor oportunidad de modernización y reurbanización dado que su zona de influencia está caracterizada por ser un área de diferenciado desarrollo frente a las alternativas II y III (ver Figura N° 114). Por lo que una intervención en materia tranviaria no implicaría mucho en aspectos urbanos.



**Figura N° 114 – Desarrollo urbano y viario de Av. Libertador Gral. San Martín en Rivadavia, San Juan. Fuente: Google Maps.**

Por otro lado, la Alternativa III presenta una interesante oportunidad de desarrollo urbano y rejuvenecimiento de su zona, en especial su extremo oeste donde aún se encuentran parcelas baldías y zonas rurales. Actualmente, la Av. José Ignacio de la Roza pasa por un proceso de ampliación y mejora (ver Figura N° 115), por lo que una intervención tranviaria no aportaría muchos cambios en materia urbana. Aun así, existen tramos de esta vía que se verían altamente beneficiados con una obra de magnitud (ver Figura N° 111).



**Figura N° 115 – Obras de remodelación de la Av. José Ignacio de la Roza, San Juan. Fuente: Google Maps.**

Sin lugar a duda, la Alternativa II presenta las mejores condiciones actuales para ser intervenidas y mejoradas con una obra de grandes dimensiones como un trazado tranviario. Como se mencionó anteriormente Calle Nuچه discurre en un antiguo corredor ferroviario que cayó en abandono, dado esto su zona aledaña presenta un desarrollo insipiente y débil, presentando una gran oportunidad para modernizarlo y mejorarlo (ver Figura N° 116).



Figura N° 116 – Zona a modernizar y reurbanizar en Calle Nuche, San Juan. Fuente: Google Maps.

Dadas las marcadas diferencias en aspectos urbanos entre alternativas, la Alternativa I en materia de oportunidad de modernización y reurbanización es la menos favorable, puntuada con 1 punto. A la Alternativa III se le otorgan 2 puntos ya que posee amplios sectores de la Av. José Ignacio de la Roza que serían beneficiados con intervenciones con las características estudiadas. La Alternativa II presenta las mejores condiciones para ser reurbanizada y remodelada por lo que se puntuó con 3 puntos.

### 3.6 Conclusiones

La Tabla N° 16 muestra en manera de resumen la puntuación otorgada a cada alternativa estudiada ante la evaluación de los factores en consideración.

De manera determinante, la Alternativa I resulta ser la opción más conveniente para el presente estudio. Esta presenta claras ventajas por sobre las otras variantes, en especial en aspectos de cantidad de puntos de atracción de viajes incluidos en su zona de influencia y la viabilidad de emplazamiento que dispone para la implementación de una plataforma tranviaria.

Se opta por la Alternativa I como opción más conveniente para el siguiente desarrollo del estudio.

Tabla N° 16 – Calificación de alternativas según factores de evaluación. Fuente: Elaboración propia.

<b>Puntuación de Alternativas de recorrido</b>			
Factores	Alternativa		
	I	II	III
<i>Características geométricas</i>	3	2	1
<i>Puntos de atracción en su zona de influencia</i>	3	1	2
<i>Puntos de generación de viajes en su zona de influencia</i>	3	2	2
<i>Viabilidad de emplazamiento urbano</i>	3	1	2
<i>Oportunidad de modernización y reurbanización</i>	1	3	2
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>9</b>

---

## CAPÍTULO 4

### 4 Estudio de la solución adoptada

#### 4.1 Generalidades

Como se mencionó anteriormente, el objeto central de este estudio es la implementación de una línea de tranvía en la Ciudad del Gran San Juan. Por lo tanto, en el presente capítulo se busca definir y describir de manera generalizada los parámetros y características de diseño de la línea férrea mencionada.

Dado que este informe tiene carácter de estudio y no de proyecto constructivo, no se dan detalles ingenieriles de la solución adoptada al caso, sino que se analiza y desarrolla la viabilidad de implementación del sistema tranviario en el entorno físico elegido. Así mismo el estudio se limita a la franja propia del tranvía y de sus aspectos técnicos, considerando el entorno de titularidad pública y obviando todos los servicios y elementos afectados.

Así también se definen aspectos y se proponen soluciones particulares que pueden ser modificadas y/o mejoradas en función de condicionantes técnicos, económicos, u otros. Muchas decisiones, respecto a la definición de la línea, no se ven sujetas a condicionantes económicos ya que el presente caso es meramente práctico y de aplicabilidad.

#### 4.2 Categoría

La línea de tranvía que se estudia emplazar es una línea férrea de plataforma reservada, en vía doble, completamente segregada del tránsito vehicular, con intersecciones a nivel con el viario perpendicular existente. Su trayectoria es completamente urbana, a superficie, sin necesidad de recurrir a túneles ni puentes ferroviarios. Se establece un ancho de vía de 1435 mm.

Así mismo, se piensa una circulación en plataforma central con alimentación eléctrica por catenaria sustentada por postes centrales. Esto con el fin de limitar el ancho de emplazamiento de dicha plataforma a un mínimo. La disposición de los andenes dependerá de los requerimientos del caso. En cuanto al vehículo ferroviario se dispone de unidades de bogies bajos, característicos tranviarios, pisos bajos para adecuada accesibilidad urbana, y equipados convenientemente para el transporte de pasajeros.

Por otro lado, se desea brindar prioridad semafórica al sistema de transporte férreo por sobre el tránsito carretero en los pasos a nivel. Así también, dotar al sistema de señalización propia de red ferroviaria, sin influencias de reglamentación carretera.

Bajo la descripción expuesta, la línea de transporte propuesta queda categorizada como un **tranvía moderno**. La Figura N° 83 y Figura N° 88, muestran ejemplos de dicho sistema.

#### 4.3 Trazado tentativo

En este apartado se describe la elaboración del trazado de la línea tranviaria propuesta. Dicho trazado es de carácter tentativo. Dado que este estudio no tiene como objetivo definir en detalle

su geometría, se plantea una posible traza y recorrido, la que puede ser modificada en futuros análisis en profundidad.

A modo de guía, dada la inexistencia de normativa que regule la inserción urbana de este sistema férreo en Argentina, se consulta el proyecto de especialización tutorado por el reconocido catedrático de la UPC, Andrés López Pita:

Andrés Hilarión, H., 2010. Criterios de trazado para la inserción urbana del tranvía. Universitat Politècnica de Catalunya.

Dicho documento resulta de gran ayuda dado que su enfoque se aplica en su totalidad al caso de estudio.

Del documento citado anteriormente, se adopta como criterios geométricos de proyecto lo exhibido en Figura N° 117 y Figura N° 118. (Andrés Hilarión, 2010)

El diseño geométrico se realiza con la ayuda de la herramienta informática AutoCAD Civil 3D 2019, de Autodesk, con licencia estudiantil. Se emplea un plano catastral de la Ciudad del Gran San Juan en formato DWG, el que contiene el trazado en planta de todas las manzanas del aglomerado, en coordenadas oficiales Gauss-Krüger. Por otro lado, se recurre al software Global Mapper 16, de Blue Marble Geographics, con licencia de prueba, para obtener un modelo digital de terreno (MDT) gratuito. Este MDT está construido con ayuda de imágenes ASTER GDEM v2 de baja precisión y se lo emplea para basar el modelo en AutoCAD Civil 3D. El MDT obtenido carece de calidad, pero permite el trazado en alzado de la línea férrea y posterior modelado en el software mencionado.

El trazado que se plantea a continuación pretende alcanzar las condiciones necesarias a nivel de explotación y seguridad. Es por esto se diseña respetando los parámetros mínimos recomendados. No obstante, prima el concepto de diseño generoso para mejorar las condiciones de confort de los usuarios, por lo que se diseña de manera amplia en toda situación posible.

Parámetro	Valor normal	Valor excepcional
<b>TRAZADO EN PLANTA</b>		
Aceleración transversal sin compensar máxima	0,65 m/s <sup>2</sup>	1 m/s <sup>2</sup>
Jerk transversal máximo	0,4 m/s <sup>3</sup>	
Radio mínimo horizontal	50 m	25 m
Longitud mínima alineación recta	longitud vehículo	distancia entre bogies
Longitud mínima alineación circular	longitud vehículo	distancia entre bogies
Longitud mínima curva de transición	$L > 2,5 \cdot \frac{V^3}{R}$ unidades en S.I.	
Peralte máximo	100 mm	150 mm
Insuficiencia de peralte máxima	100 mm	150 mm
Rampa de peralte máxima	4 mm/m	
<b>TRAZADO EN ALZADO</b>		
Inclinación máxima	= función (material móvil)	
Inclinación máxima en curva	$i + 800/R \leq i_{max}$	
Inclinación mínima	10 ‰	5 ‰
Aceleración vertical máxima	0,2 m/s <sup>2</sup>	0,4 m/s <sup>2</sup>
Radio mínimo acuerdo vertical	$K_v \geq 0,4 \cdot V^2$ $V$ [km/h] , $K_v$ [m]	700m (∩) 350m (∪)
<b>PERFIL TRANSVERSAL</b>		
Lámina de aire	100 y 150 mm	

Figura N° 117 - Valores límite de los parámetros de trazado en planta, alzado y perfil transversal. Fuente: Andrés Hilarión, 2010.

Parámetro	Valor normal
<b>PARTICULARIDADES</b>	
Combinación curva en planta y acuerdo vertical	$R$ de 40 a 70m: $K_v \geq 3000$ m $R$ de 70 a 200m: $K_v \geq 1500$ m
Radio mínimo en estación	300 m
Longitud mínima alineación recta antes de estación	15 m
Inclinación máxima en estación	20 ‰
Radio mínimo en cocheras	= función (material móvil)
Inclinación máxima en cocheras	20 ‰
Inclinación máxima con aparatos de vía	45 ‰

Figura N° 118 – Valores límite de los parámetros de trazado en situaciones singulares. Fuente: Andrés Hilarión, 2010.

#### 4.3.1 Trazado en planta

La línea de tranvía que se diseña está formada por una continuación de alineaciones unidas por curvas. Estas últimas se diseñan sin peralte para simplificar el caso de estudio. Aún así, prima el objetivo de obtener un diseño que brinde condiciones de seguridad, economía y comodidad, tanto para el usuario como para la explotación. Se toma como base las recomendaciones de diseño de las Figura N° 117 y Figura N° 118.

Identificados los puntos de inicio y final y un corredor principal, presentados en el apartado de Análisis de las alternativas, se procede a definir el trazado de la Alternativa I elegida en el capítulo anterior.

El trazado del eje de diseño discurre por tres avenidas de gran importancia en la Ciudad del Gran San Juan, Av. Libertador Gral. San Martín, Av. Guillermo Rawson y Av. 9 de Julio / Hipólito Yrigoyen. El proceso de delineado consiste en la traza de lados de poligonal (tangentes) que se enlazan con curvas circulares para dar continuidad al recorrido.

Con el fin de obtener el máximo provecho de los corredores viarios, se diseña con un eje de entrevías siguiendo la línea central entre líneas de edificación opuestas. Es así que, en todo el trazado el eje tranviario se ubica aproximadamente en el centro del corredor. En el apartado de Perfiles transversales tipo se muestra la disposición transversal de los segmentos de infraestructura.

El resultado del proceso de diseño arroja un eje de 11525,61 m de longitud, del cual un 75% se desarrolla sobre Av. Libertador Gral. San Martín, un 8% se desarrolla sobre Av. Guillermo Rawson y el restante 17% discurre sobre Av. 9 de Julio / Hipólito Yrigoyen. El radio de curva de menor magnitud proyectado equivale a 35 m, respetando las recomendaciones citadas. De manera general, el diseño es predominantemente rectilíneo con 9407,81 m (81,63%) de su trazado en recta.

En base al trazado anterior, se obtienen los ejes de vía izquierda y derecha desplazados a 1,77 m del eje de diseño (ver Figura N° 119). Dichos ejes de vía se adaptan a las configuraciones propuestas en estaciones con andenes centrales (ver Estaciones y talleres) e introducen sobrecanchos en curvas de radio reducido. Así también, se proponen escapes de vía cada 2,00 km aproximadamente y toperas de vía en ambos extremos del recorrido.

La Figura N° 119 muestra una porción del diseño en planta descrito. En negro se presenta el eje de diseño y en naranja los ejes de vía derecha e izquierda.

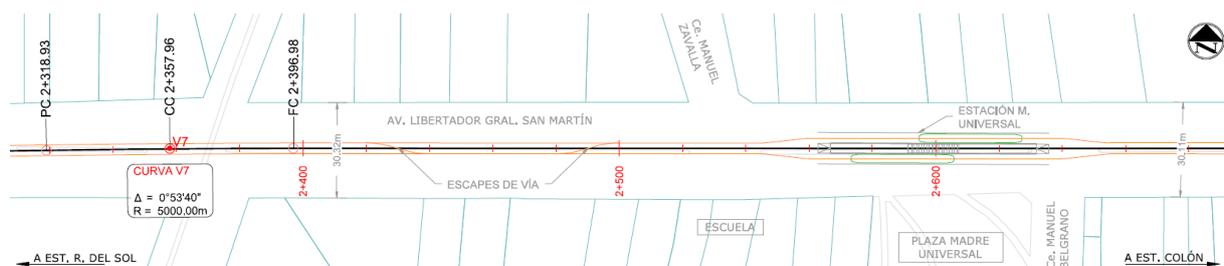


Figura N° 119 – Porción de diseño en planta propuesto. Fuente: Elaboración propia.

Las láminas con el trazado planimétrico propuesto para el estudio se presentan en el conjunto de planos del Anexo IV.

Nota: el diseño está sujeto a revisión y optimización en futuros desarrollos de la línea estudiada. Ciertos elementos se han presentado de manera meramente esquemática.

### 4.3.2 Trazado en alzado

Definido el trazado en planta, se procede a la definición del trazado altimétrico o en alzado. La rasante, o perfil de diseño, debe garantizar una operación segura y confortable para el usuario, como veloz y económica para el explotador. Para garantizar esto, se siguen las recomendaciones expuestas en las Figura N° 117 y Figura N° 118.

De manera general, se pretende que la rasante de diseño se acople a la rasante de la calzada, considerando la sobreelevación de la plataforma tranviaria, respetando así una adecuada inserción en la vía pública. A esto se le presenta la limitante de la calidad del modelo digital de terreno (MDT) del que se dispone. Este MDT presenta abruptas elevaciones, quiebres y cambios de terreno en la traza del eje de diseño, por lo que no es fiel a la realidad. Aun así, se define una rasante sobre el perfil de terreno a fines prácticos.

Del proceso de diseño altimétrico se obtiene una sucesión de alineaciones rectas enlazadas con acuerdos (curvas verticales) parabólicos, cuyas pendientes máximas no alcanzan un 10%, las mínimas se establecen en un 5%, y radios mínimos de acuerdos de 7000 m.

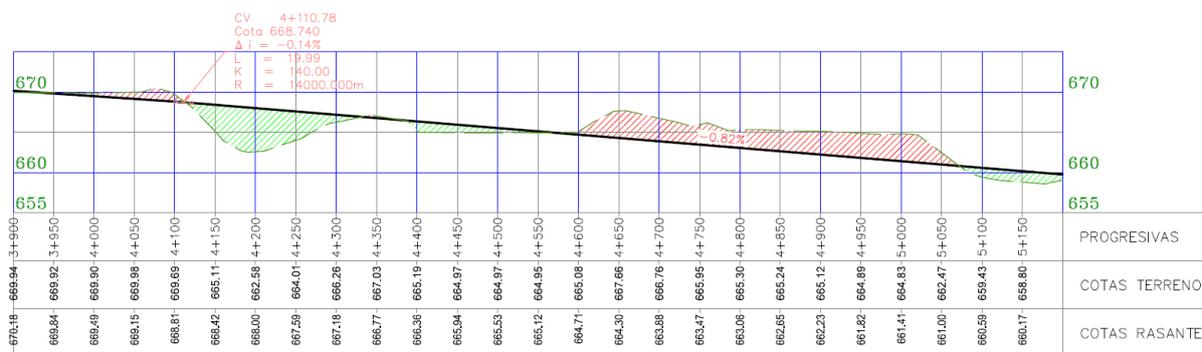


Figura N° 120 - Porción de diseño en alzado propuesto. Fuente: Elaboración propia.

La Figura N° 120 muestra una porción del diseño en alzado descripto. En negro se presenta la rasante y en verde a trazos el perfil natural del terreno según el MDT disponible.

Las láminas con el trazado en alzado propuesto para el estudio se presentan en el conjunto de planos del Anexo IV.

Nota: el diseño está sujeto a revisión y optimización en futuros desarrollos de la línea estudiada. Ciertos elementos se han presentado de manera meramente esquemática.

#### 4.4 Plataforma, vía, superestructura de vía y material rodante

##### 4.4.1 Plataforma

Como primer aspecto se establece un grado de segregación de la línea tranviaria. Para el estudio se opta por una plataforma reservada, integrada en la vía pública, ocupada exclusivamente por el tranvía a excepción de algunas intersecciones reguladas por donde pueden cruzar otro tipo de vehículo. Así mismo, se adopta una separación del tráfico rodado mediante la elevación de dicha plataforma y limitación con bordillos.

Los principales objetivos de la implementación de una plataforma reservada radican en la mejora de la explotación del tranvía, reduciendo así los impedimentos de circulación originados por otros vehículos. Así también, ofrece una circulación más rápida y regular, con mejores tiempos y puntualidad, comparado con los sistemas de plataforma compartida. Además, se mejora la seguridad, confort y acceso para los usuarios. Otro aspecto positivo a considerar es la posibilidad de regeneración urbanística de su ámbito, lo que conlleva a una revalorización y modernización de su zona.

Ejemplos del tipo de plataforma adoptada se muestran en las Figura N° 83, Figura N° 91 y Figura N° 125. Más detalles de la configuración propuesta se exponen en el apartado de Perfiles transversales tipo.

##### 4.4.2 Vía

Como segundo aspecto se define el Ancho de Vía o Trocha que, dada en milímetros, es la distancia entre las dos caras internas de los carriles o rieles que componen una vía, medida a 14 mm por debajo del plano de rodadura, ver Figura N° 121. Se adopta para este caso:

- Ancho de vía (trocha) = 1435 mm (ancho estándar o trocha media en Argentina)



Figura N° 121 – Ancho de vía. Fuente: López Pita, A. 2006. Infraestructuras ferroviarias.

Se adopta dicha dimensión dado que es ampliamente utilizado alrededor del mundo en diversas redes ferroviarias. Es denominado como “internacional” dado su popularidad, aunque su denominación preferible es “estándar”. Así mismo es aplicado por el Metrotranvía de Mendoza (ver Antecedentes de tranvías en la región).

Un segundo aspecto a definir es el tipo de carril o riel a emplear, elemento de la superestructura que soporta las cargas y guía el vehículo ferroviario. Dado que se trata de una línea de tranvía, se adopta el uso del carril tipo Phoenix o carril de garganta. Este tipo de riel se emplaza bajo la plataforma y su forma permite pavimentar a ambos lados del riel. De esta manera se facilita la

intersección con viales y la circulación de vehículos de carretera. A modo práctico y bajo la recomendación profesional del tutor, se adopta para este caso:

- Carril tipo Phoenix 60R2 (Ri60N). (Ver Figura N° 153 en Anexo IV)

Las características del carril adoptado se describen en la Tabla N° 17.

**Tabla N° 17 – Características del Carril 60R2 (Ri60N). Fuente: Catálogo de productos de Arcelor Mittal.**

CARACTERÍSTICAS DEL CARRIL PHOENIX 60R2 (Ri60N)	
Altura	180 mm
Ancho del patín	180 mm
Ancho de la cabeza	55,8 mm
Espesor del alma	12 mm
Ancho de garganta	36,3 mm
Profundidad de garganta	47 mm
Peso	59,75 kg/m

#### 4.4.3 Superestructura de vía

En lo que respecta a las características de la superestructura de vía y su composición, estas se deberán especificar y definir mediante un estudio estructural a implementar en futuros proyectos. No obstante, con fines prácticos, se opta por definirla análogamente a la solución que se emplea en las redes tranviarias de Trambaix y Trambesòs de Barcelona, adoptada asimismo por Conejo Feliu, 2015. Esta solución viene dada por vía en placa de hormigón con sus respectivas juntas, fijaciones elásticas y riostras alternadas, elastómeros bajo patín de carril, y elementos aislantes y elásticos entre carril y revestimiento.

De manera más detallada:

- Losa de 20 cm de hormigón por debajo del patín del carril, calidad H25 o según requerimiento estructural, con 2,50 m de ancho por cada vía. Armadura de acero en malla de 20 x 20 cm y barras longitudinales de  $\varnothing$  8mm o según requerimientos de cálculo.
- Juntas tipo y espaciamiento según especificaciones, con goma de impermeabilización.
- Zahorra artificial de 10 cm, compactado según requerimientos de proyecto.
- Explanada mínima con CBR según requerimientos de proyecto para soportar emplazamiento de vía.
- Revestimiento de vía en piedra artificial o adoquines para espacios transitables, estaciones y extensión de plataforma tranviaria.
- Revestimiento de vía en aglomerado asfáltico en intersecciones con viales. Espesor según requerimientos de proyecto.

Las Figura N° 122 y Figura N° 123 muestran las configuraciones de superestructura de vía descriptas, tanto para revestimiento con adoquines como revestimiento con aglomerado asfáltico.

SECCIÓN REVESTIMIENTO ADOQUINES

Cotas en mm

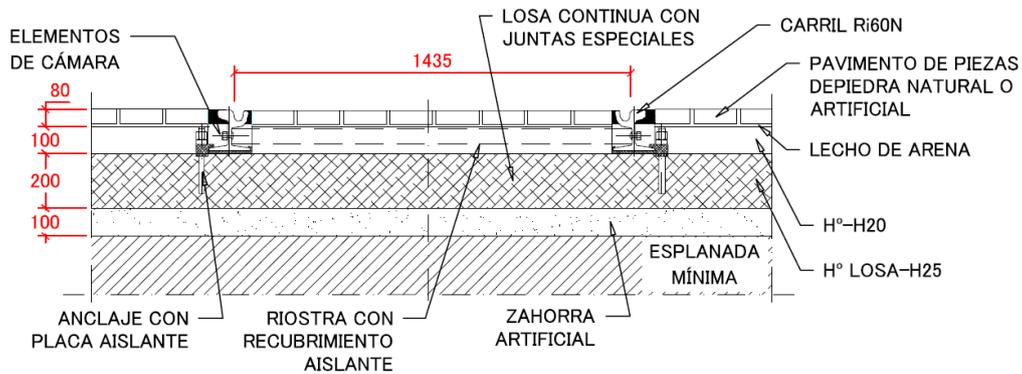


Figura N° 122 – Superestructura de vía con revestimiento en adoquines. Fuente: Conejo Feliu, 2015.

SECCIÓN REVESTIMIENTO AGLOMERADO

Cotas en mm

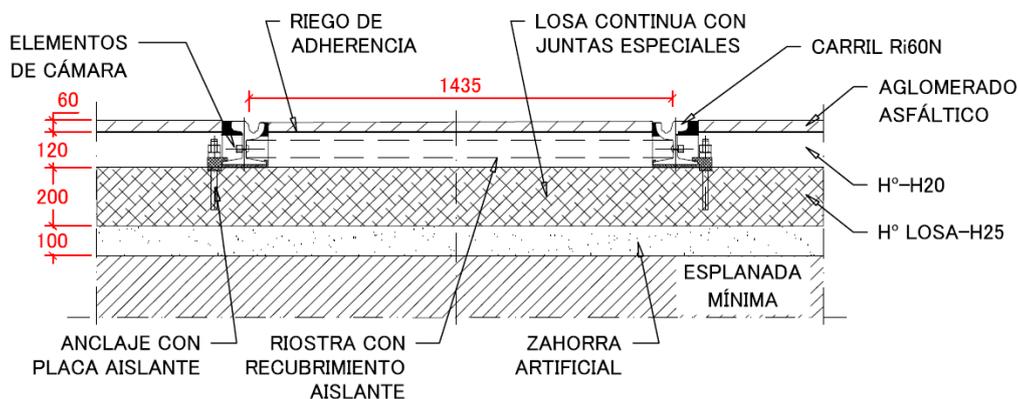


Figura N° 123 – Superestructura de vía con revestimiento en aglomerado asfáltico. Fuente: Conejo Feliu, 2015.

La lámina con la configuración de superestructura de vía propuesta para el estudio se presenta en el conjunto de planos del Anexo IV.

#### 4.4.4 Material rodante

Los vehículos tranviarios que se proponen implementar y se adoptan para el estudio son los Citadis 302 de Alstom. Estos vehículos, de origen francés y fabricados en La Rochelle (Francia), Barcelona (España) y en Konstal (Turquía), son usados en más de veinte ciudades en el mundo, incluidas Barcelona, Madrid, Cuenca (Ecuador), varias ciudades francesas, entre otras. Así mismo, existe un antecedente de implementación de dichas unidades en una línea tranviaria experimental de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, el Tranvía del Este (descontinuada en 2012). Ver Figura N° 124.



Figura N° 124 – Tranvía Alstom Citadis 302 circulando en Puerto Madero, Bs. As., 2008. Fuente: Google imágenes.

El vehículo Alstom Citadis 302 citado opera en la red del Trambaix y Trambesòs de Barcelona del Grupo TRAM, empresa que posee 42 unidades del material rodante mencionado. De éste se adoptan sus características técnicas que se presentan en la Tabla N° 18. El vehículo ferroviario se presenta en la Figura N° 125.

Tabla N° 18 – Características técnicas del tranvía Alstom Citadis 302 variante “Barcelona”. Fuente: Revista Vía Libre, 2002.

Características Técnicas	
Tranvía ALSTOM CITADIS 302 – “Barcelona”	
Configuración del vehículo	5 módulos: 2 cabinas extremas, 2 módulos suspendidos y 1 módulo central sobre bogie.
Disposición de ejes	Bo+2+Bo
Operación	Bidireccional
Longitud	32517 mm
Ancho	2650 mm
Altura (con pantógrafo)	3470 mm
Altura del piso (puertas/interior)	320/350 mm
Paso libre de puertas (simple/doble)	800/1300 mm
Empate de bogie	1600 mm
Diámetro de rueda (nueva/gastada)	590/530 mm
Tara	40000 kg
Peso en carga (4 pas./m <sup>2</sup> )	56650 kg
Capacidad (4 pas./m <sup>2</sup> )	218
Capacidad (6 pas./m <sup>2</sup> )	294
Capacidad (8 pas./m <sup>2</sup> )	372
Pasajeros sentados	64
Velocidad máxima	70 km/h
Aceleración media	1,0 m/s <sup>2</sup>
Tensión de alimentación	750 V en Corriente Continua



Figura N° 125 – Unidades Alstom Citadis 302 del Grupo TRAM de Barcelona. Fuente: Google imágenes.

Las unidades Citadis 302 adoptadas, con una capacidad de 294 pasajeros a una razón de 6 pasajeros/m<sup>2</sup> (ver Tabla N° 18), pueden satisfacer la demanda punta determinada de 2882 viajes/h.sentido (ver Estimación de demanda de viajes) circulando a una frecuencia de 6 minutos. Esto resulta: 10 formaciones por hora con una capacidad de 2940 pasajeros/h.sentido.

Para la determinación del número total de unidades a adquirir para la explotación, se adopta una velocidad máxima de circulación en tramos urbanos de 50 km/h ( $V_{m\acute{a}x} = 50 \text{ km/h} = 13,89 \text{ m/s}$ ). Así mismo, se considera que las estaciones, 24 en total, son en superficie y están distanciadas a un promedio de 480 m entre ellas (ver apartado de Estaciones y talleres), se tiene preferencia semafórica en la circulación vial y el tiempo en recorrer un sentido es el mismo empleado para recorrerlo en sentido contrario.

El tiempo que demora el tranvía en recorrer su trayecto completo viene dado por:

- Tiempo de viaje entre estaciones =  $23 \times (480 \text{ m} / 13,89 \text{ m/s}) = 795$  segundos.
- Tiempo de subida y bajada de pasajeros =  $23 \times 30 \text{ seg.} = 690$  segundos.
- Tiempo de realización de itinerarios =  $20 \text{ seg.} \times 3 \text{ enclavamientos} = 60$  segundos.
- Tiempo en intersecciones y cruces =  $20 \text{ seg.} \times 20 \text{ (aprox.)} = 400$  segundos.
- Tiempo debido a inclemencias del tiempo = 20 segundos.
- Tiempo debido a limitación de velocidad y trabajos = 10 segundos.
- Tiempo debido a imperancia del maquinista = 10 segundos.
- Tiempo debido a incidentes de tráfico o viajeros = 20 segundos.

- Tiempo total de recorrido de ida con márgenes = 2005 segundos = 33 minutos y 25 segundos.
- **Tiempo total de recorrido de ida y vuelta** = 2 x 2005 segundos = 4010 segundos = 66 minutos y 50 segundos = **1 hora, 6 minutos y 50 segundos**.

Los tiempos de cabecera, considerados iguales para ambos extremos del recorrido, se estiman teniendo en cuenta llegada de la unidad, bajada y subida de viajeros, desconexión de cabina y cambio de sentido, habilitación de nuevos itinerarios, descanso del maquinista, atención de viajeros y preparación para nueva salida, entre otros. Así el tiempo de cabeceras se establece en 28 minutos para ambas cabeceras (14 y 14 minutos).

En base a lo anterior, el número de tranvías en vía viene dado por:

$$N^{\circ} \text{ de tranvías en vía} = \frac{\text{Tpo. total de recorrido ida y vuelta} + \text{Tpo. de cabecera}}{\text{Frecuencia de paso}}$$

$$N^{\circ} \text{ de tranvías en vía} = \frac{67 \text{ minutos} + 28 \text{ minutos}}{6 \text{ minutos}} = 15,833 \cong 16 \text{ tranvías en vía}$$

El número de tranvías a adquirir se estima:

- N° de tranvías en vía = 16 unidades.
- N° de tranvías de reserva (10%) = 2 unidades.
- N° de tranvías para mantenimiento = 2 unidades.
- N° de tranvías para futura ampliación (aproximadamente 5 km de vía) = 7 unidades.
- **N° total de tranvías a adquirir = 27 unidades.**

#### 4.5 Perfiles transversales tipo

Con fin de definir transversalmente la línea tranviaria planteada, se diseñan ocho perfiles transversales tipo, perpendiculares al eje de trazado, que dan lugar de emplazamiento a la plataforma férrea en su ambiente urbano.

Para el diseño de la plataforma tranviaria y sus estaciones se siguen las recomendaciones de Andrés Hilarión, H., 2010, Reyes Schade, 2011 y Zamorano Martín et al., 2008. Para el emplazamiento urbano del sistema se toman los lineamientos del Manual de Diseño Urbano de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y las disposiciones de la Dirección de Planeamiento y Desarrollo Urbano de San Juan (ver Figura N° 154 en Anexo IV).

A lo largo de todo el trazado, la plataforma, de ubicación central, es de un ancho de 7,00 m con entrevía de 0,90 m donde se alojan los postes de catenaria, a excepción de ciertos tramos donde se dispone andén central y en Av. 9 de Julio / Hipólito Yrigoyen bajo puente de Au. A014 (ver Figura N° 128). La plataforma se eleva de la calzada de circulación vehicular y se proyecta una lámina de aire mínima entre unidad tranviaria y vehículo carretero de 0,40 m. La entrevía proyectada respeta la lámina de aire mínima recomendada de 100 mm para obstáculos aislados (postes de catenaria).

En las tres vías carreteras que se propone el emplazamiento del tranvía, se respetan las disponibilidades de espacios entre líneas de edificación. Si bien se proponen cambios en cuanto a la configuración urbanística actual, en todos los perfiles tipo que se presentan se proyectan al menos dos carriles de circulación automotor por sentido, y veredas (o aceras), iluminación y arbolado público en ambos márgenes.

La Figura N° 126 muestra el Perfil Tipo III propuesto sobre Av. Libertador Gral. San Martín. Este perfil dispone los anchos de despeje más reducidos. Por otro lado, las Figura N° 127 y Figura N° 128, exhiben los casos particulares de emplazamiento bajo los puentes oeste y este de la Au. A014.

Los perfiles tipo propuestos para el estudio se presentan en el conjunto de planos del Anexo IV.

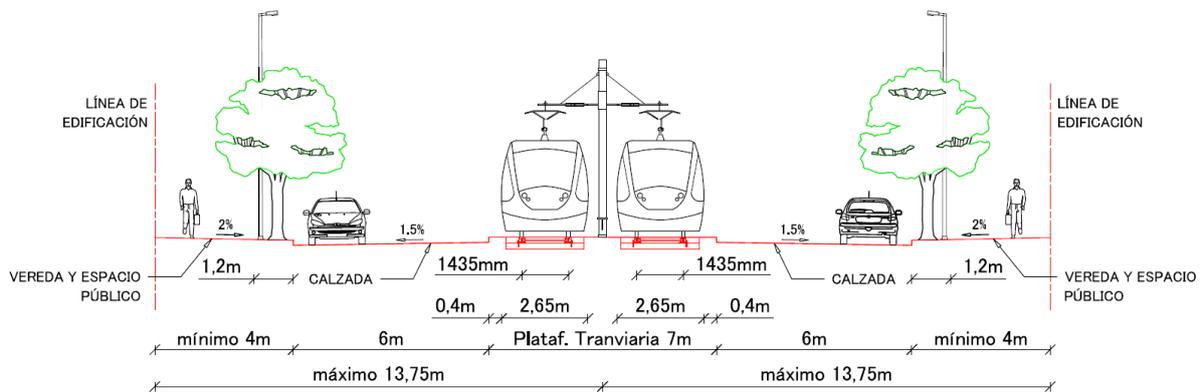


Figura N° 126 – Perfil Tipo III, Av. Libertador Gral. San Martín. Fuente: Elaboración propia.

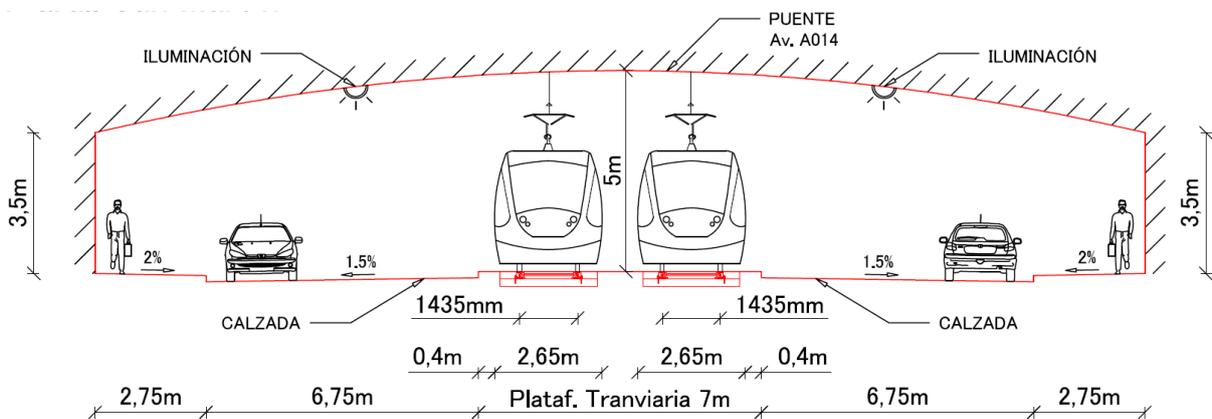


Figura N° 127 – Perfil Tipo IV, Av. Libertador Gral. San Martín. Fuente: Elaboración propia.

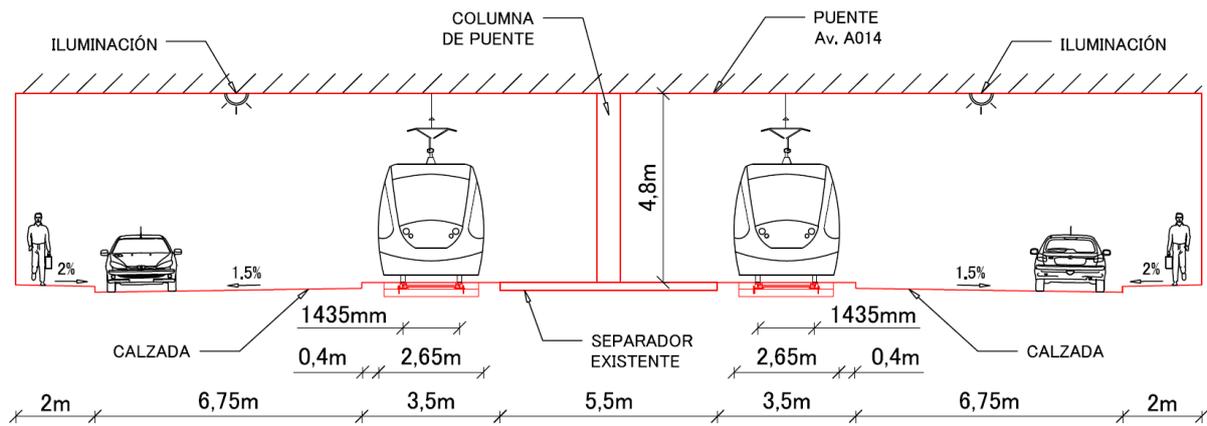


Figura N° 128 – Perfil Tipo VIII, Av. 9 de Julio / Hipólito Yrigoyen. Fuente: Elaboración propia.

La Tabla N° 19 muestra, de manera aproximada, la disposición de los perfiles transversales tipo según su aplicación en las progresivas de trazado.

Tabla N° 19 – Aplicación de perfiles tipo según progresivas de trazado. Fuente: Elaboración propia.

Progresiva inicial (m)	Progresiva final (m)	Perfil Tipo a aplicar
0+000.00	0+560.00	PT I
0+560.00	4+400.00	PT II
4+400.00	4+500.00	PT IV
4+500.00	6+570.00	PT II
6+570.00	7+020.00	PT III
7+020.00	8+600.00	PT II
8+600.00	9+400.00	PT V
9+400.00	9+540.00	PT VI
9+540.00	10+480.00	PT VII
10+480.00	10+580.00	PT VIII
10+580.00	11+525.61	PT VII

#### 4.6 Estaciones y talleres

##### 4.6.1 Ubicación y descripción de estaciones

Como se mencionó con anterioridad, se proyecta un total de 24 estaciones o paradas tranviarias, distanciadas 480 m en promedio entre ellas. Ver ubicación de las estaciones en las Figura N° 129, Figura N° 130 y Figura N° 131. Un esquema de línea y secuencia de estaciones se presenta en la Figura N° 155 del Anexo IV. Para su definición se toma como base las paradas de la red del tranvía de Barcelona ya que se emplea el mismo material rodante.

Con el fin de poder alojar dos unidades tranviarias de Alstom Citadis 302, de 32517 mm de longitud, se adopta una longitud mínima absoluta de andén de 65 m. Se opta por lo anterior ante la futura necesidad de ampliación de capacidad ofertada en el servicio. Todas las paradas que se plantean se ubican en alineación recta.

Se plantean dos esquemas generales de estación en sección transversal que se presentan en Figura N° 132 y Figura N° 133. En función de las distancias disponibles entre líneas de

edificación, se diseñan estaciones con andenes laterales o centrales. El primer esquema, dotado de andenes laterales de 2,75 m de ancho, se destina a las estaciones ubicadas en vías cuyos despejes superan los 32 m de ancho. Por otro lado, un segundo esquema, dotado de andén central de 3,00 m de ancho, se destina a las estaciones ubicadas en vías con despejes reducidos. En ambos casos, los andenes respetan los anchos mínimos establecidos en las recomendaciones de diseño citadas con anterioridad. La Tabla N° 20 indica la ubicación aproximada de cada estación propuesta y el tipo de andén asociado.

En lo que respecta a la accesibilidad, se establece una altura de andenes de 280 mm respecto al plano de rodadura. Esto se adopta idéntico a lo empleado en el Trambaix y Trambesòs de Barcelona, redes que operan el material rodante elegido para el estudio. Así mismo, los andenes se piensan de manera totalmente accesible y utilizable por personas de movilidad reducida implementando rampas suaves.

Los perfiles tipo y las plantas tipo de estación propuestos para el estudio se presentan en el conjunto de planos del Anexo IV.

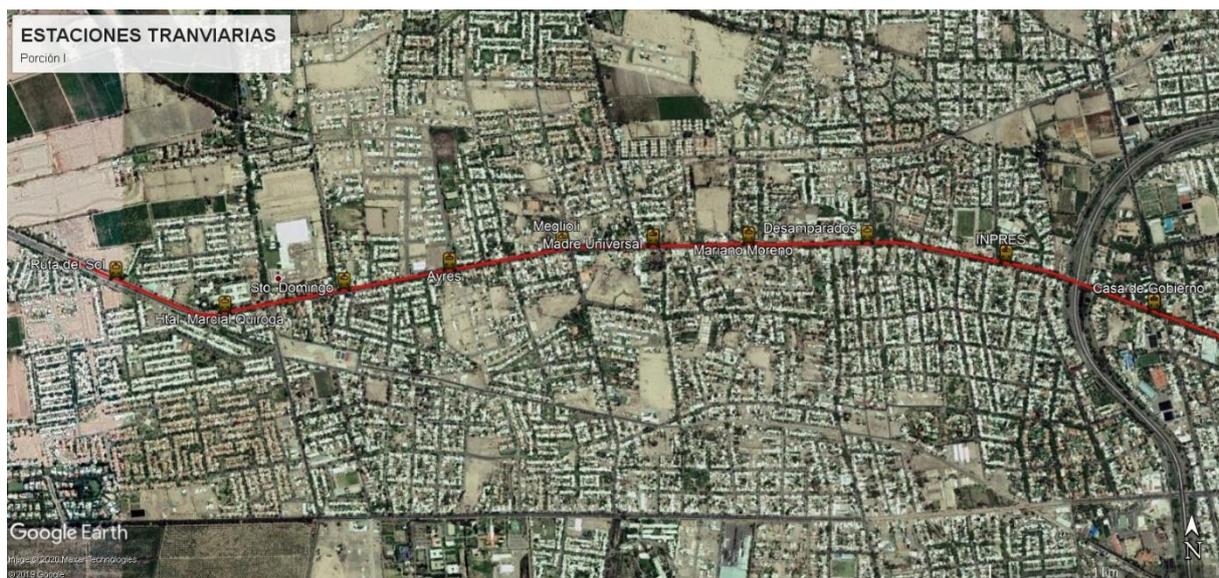


Figura N° 129 – Ubicación de estaciones tranviarias, Porción I. Fuente: Elaboración propia, Google Earth.



Figura Nº 130 - Ubicación de estaciones tranviarias, Porción II. Fuente: Elaboración propia, Google Earth.

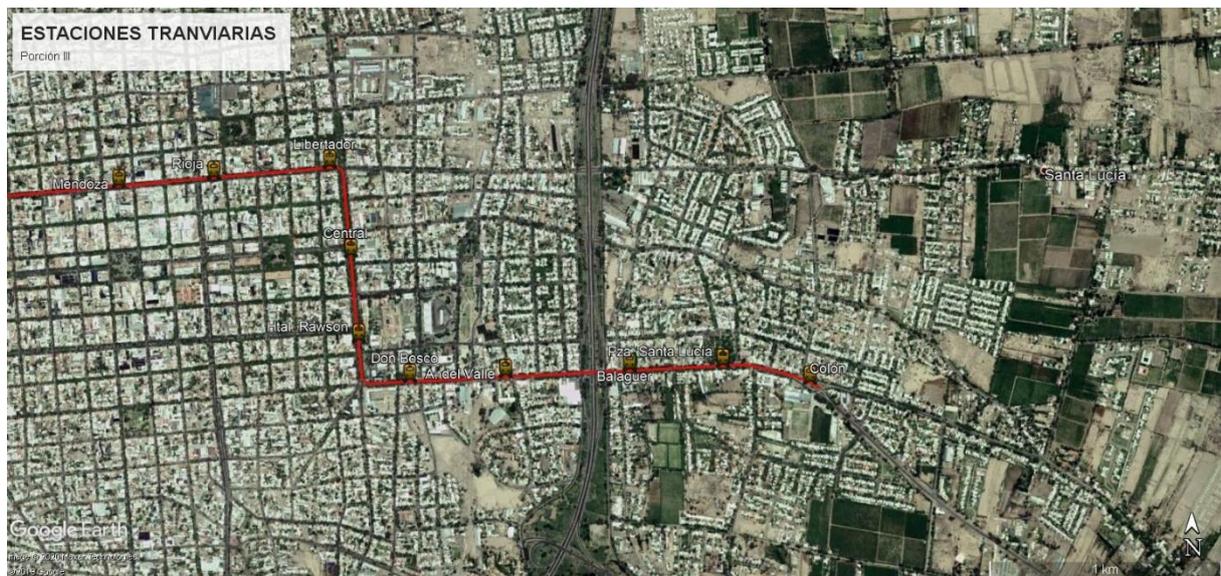


Figura Nº 131 - Ubicación de estaciones tranviarias, Porción III. Fuente: Elaboración propia, Google Earth.

Tabla Nº 20 – Ubicación y tipo de andenes de estaciones tranviarias. Fuente: Elaboración propia.

Nº	Estación	Ubicación	Tipo de andén
1	Ruta del Sol	Av. Lib. Gral. San Martín Oeste entre calles Salinas y Kenny, Rivadavia.	Laterales
2	Hospital M. Quiroga	Av. Lib. Gral. San Martín 5401 Oeste, Rivadavia.	Central
3	Santo Domingo	Av. Lib. Gral. San Martín Oeste entre calles Sto. Domingo y 30 de Octubre, Rivadavia.	Central
4	Ayres	Av. Lib. Gral. San Martín Oeste entre calles Boulogne Sur Mer y nueva s/n, Rivadavia.	Central
5	Meglioli	Av. Lib. Gral. San Martín Oeste entre calles Corrientes y Meglioli, Rivadavia.	Central

Nº	Estación	Ubicación	Tipo de andén
6	Madre Universal	Av. Lib. Gral. San Martín Oeste entre calles Manuel Zavalla y M. Belgrano, Rivadavia.	Central
7	Mariano Moreno	Av. Lib. Gral. San Martín Oeste entre calles M. Moreno y Saavedra, Rivadavia.	Central
8	Desamparados	Av. Lib. Gral. San Martín Oeste entre calles Los Huarpes y Sta. María de Oro, Rivadavia.	Central
9	INPRES	Av. Lib. Gral. San Martín Oeste entre calles Roger Balet y Jofré, Capital.	Central
10	Casa de Gobierno	Av. Lib. Gral. San Martín Oeste entre calles Lat. Au. A014 y P. A. de Sarmiento, Capital.	Central
11	Alvear	Av. Lib. Gral. San Martín Oeste entre calles Alvear y Matías Zavalla, Capital.	Central
12	Facultad de Ingeniería	Av. Lib. Gral. San Martín 1109 Oeste, Capital.	Central
13	Centro Cívico	Av. Lib. Gral. San Martín Oeste entre calles Las Heras y Av. España, Capital.	Laterales
14	Plaza Laprida	Av. Lib. Gral. San Martín Oeste entre Av. Alem y calle Catamarca, Capital.	Central
15	Mendoza	Av. Lib. Gral. San Martín Este entre calles Mendoza y M. Acha, Capital.	Central
16	Rioja	Av. Lib. Gral. San Martín Este entre Av. Rioja y calle Jujuy, Capital.	Central
17	Libertador	Av. Lib. Gral. San Martín Este entre calle Caseros y Güemes, Capital.	Central
18	Central	Av. Guillermo Rawson Sur entre calles Rivadavia y Mitre, Capital.	Laterales
19	Hospital Rawson	Av. Guillermo Rawson Sur entre Av. Córdoba y calle Gral. Paz, Capital.	Laterales
20	Don Bosco	Av. 9 de Julio Este entre Av. Guill. Rawson y calle Patricias Sanjuaninas, Capital.	Central
21	Aristóbulo del Valle	Av. 9 de Julio Este entre calles Márquez y Aristóbulo del Valle, Capital.	Central
22	Balaguer	Av. Hipólito Yrigoyen Este entre calles Balaguer y Nahuel Huapi, Santa Lucía.	Central
23	Plaza Santa Lucía	Av. Hipólito Yrigoyen Este entre calles C. Pellegrini y Ramón Franco, Santa Lucía.	Central
24	Colón	Av. Hipólito Yrigoyen Este entre calle Colón y R.N.º 20, Santa Lucía.	Laterales

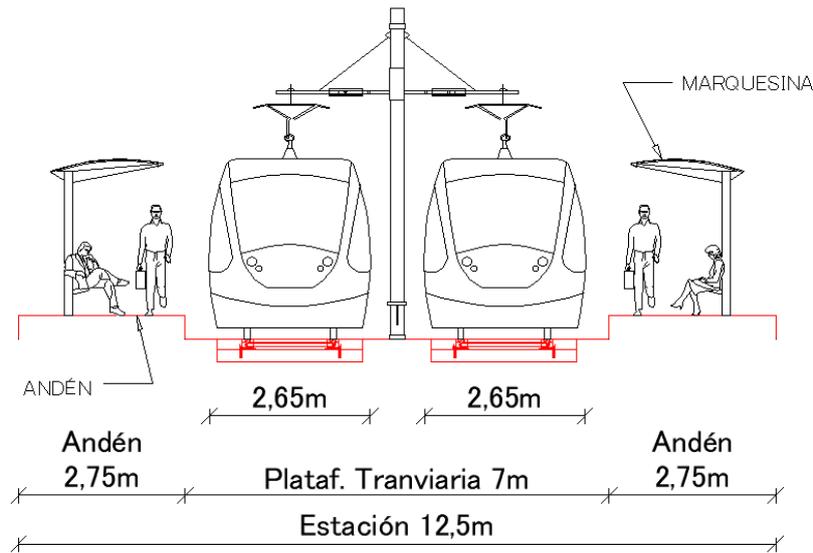


Figura N° 132 – Esquema de estación tranviaria con andenes laterales. Fuente: Elaboración propia.

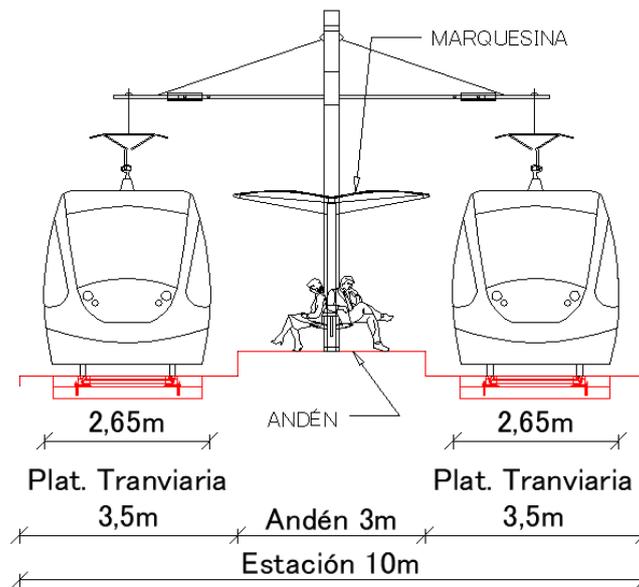


Figura N° 133 – Esquema de estación tranviaria con andén central. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6.2 Andén, marquesina e instalaciones

Los andenes, tanto para estaciones de andenes laterales como estaciones de andén central (ver Figura N° 132 y Figura N° 133) se establecen con una longitud de 65 m, como se mencionó anteriormente. Sus anchos se definen en 2,75 m en el caso de andenes laterales y 3,00 m para andenes centrales, con una separación máxima de sus bordes respecto al material rodante de 0,10 m. Así mismo, todos los andenes se piensan con una pendiente transversal de 1,50% para el desagüe de aguas.

En todos los casos, las cabeceras de andenes tienen incorporadas rampas de 4,00 m de largo y una pendiente 7% para salvar la altura del andén respecto al plano de rodadura, indicado en 0,28 m. Se debe tener en cuenta la diferenciación cromática del borde de la plataforma para

indicar el acceso al vehículo tranviario, como así mismo la diferenciación de texturas del pavimento para itinerarios de disminuidos visuales. Los andenes en estaciones laterales se proveen de una baranda longitudinal en su borde lindante con la calzada.

Las marquesinas se definen con una longitud de 12,00 m para andenes laterales y 16,00 m para andenes centrales, esto en base a observaciones realizadas sobre el Tranvía de Valencia. Su ancho se precisa tal que cubra el ancho de andén. La altura de la cubierta deberá respetar el gálibo mínimo del tranvía. No obstante, sus dimensiones pueden modificarse y variar según se requiera.

Para definir los materiales de cubierta de marquesinas se debe considerar la fuerte radiación solar presente en San Juan. No se considera recomendables cubiertas vidriadas que permitan el paso de luz solar, siendo más aptas cubiertas opacas no metálicas. La estructura portante de la cubierta se definirá según proyecto.

Por otro lado, cada andén se diseña con un recinto que alberga una máquina de tickets y canceladora, instalaciones de comunicaciones, instalaciones eléctricas y pantalla de información al usuario. Dicho recinto se dispone al resguardo de la marquesina.

#### 4.6.3 Talleres y cocheras

Con fin de disponer un predio destinado a talleres y cocheras que brinden mantenimiento y resguardo al material rodante, se propone una parcela de titularidad pública a tales fines.

El predio que se propone corresponde a una porción de la Ex Estación San Juan del Ferrocarril General Belgrano, estación y línea en desuso desde la década de 1990. Dicho predio, cuya extensión es de 20825 m<sup>2</sup> aproximadamente, no posee edificaciones de importancia y su uso actual es de carácter ferial, esporádicamente. Ver Figura N° 134.

La elección de la parcela destinada a talleres y cocheras no se realiza de manera aleatoria ni arbitraria, sino que se observan ventajas como su cercanía de acceso a la línea tranviaria principal (400 m aproximadamente), su ubicación en un punto medio del trazado férreo (desvío en progresiva 6+380 m), su pasado uso ferroviario (conservando arquitectura temática) y su propicia área disponible. Ver Figura N° 134.

Respecto a su extensión, se considera que puede albergar galpones y estructuras destinadas a talleres y cocheras que den servicio a al menos 20 unidades tranviarias, adquiridas en una primera etapa (ver apartado de Material rodante). Se hace esta consideración por comparación con los Talleres Naranjos de FGV en Valencia, cuya extensión de predio es de 25000 m<sup>2</sup> aproximadamente y alberga más de 40 unidades tranviarias.

Se diseña un eje de desvío para acceder al predio mencionado. Su lámina se presenta en el conjunto de planos del Anexo IV.

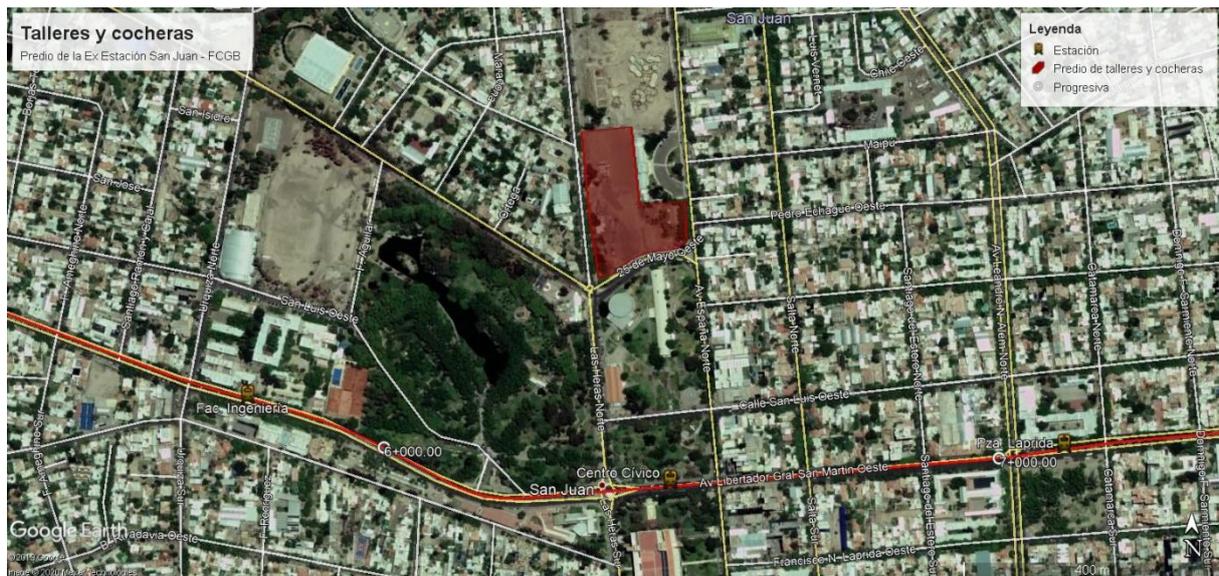


Figura Nº 134 – Ubicación del predio de talleres y cocheras. Fuente: Elaboración propia, Google Earth.

#### 4.7 Urbanización

La implementación del sistema tranviario que se propone en el entorno urbano del Gran San Juan implica el adecuado estudio y diseño de reparto del espacio público a disposición. Como se mencionó anteriormente, los despejes entre líneas de edificación pueden resultar no muy generosos lo que obliga a considerar y establecer adecuadamente los espacios para el tranvía, peatones y tránsito rodado.

En el proceso de diseño de perfiles transversales tipo se prioriza la optimización de los corredores viarios por donde se establece el sistema de transporte público.

Basado en un plano catastral de la Ciudad del Gran San Juan, se toman las medidas de despeje entre límites de edificación y se replantea las zonas destinadas a los diferentes usos. Las dimensiones de aceras (veredas), calzadas, ubicación de líneas de arbolado y demás parámetros urbanísticos se adoptan según recomendaciones del Manual de Diseño Urbano de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y las disposiciones de la Dirección de Planeamiento y Desarrollo Urbano de San Juan.

El resultado del proceso de diseño alcanza una positiva integración urbana del tranvía. Acompañado a esto, se brinda un entorno amigable para el peatón y una limitante al uso del vehículo a explosión. Lo anterior se resume en:

- Plataforma tranviaria elevada de ubicación central, diferenciada del tránsito vehicular mediante bordillos, de 7,00 m de ancho, accesible al peatón mediante rampas (ver Estaciones y talleres).
- Calzada en cada dirección de 6,00 m de ancho mínimo y 9,00 m de ancho máximo, con prohibición de aparcamiento (estacionamiento) a excepción de Av. Guillermo Rawson (calzada de 9,00 m).

- Aceras (veredas) de 4,00 m de ancho mínimo con implementación de línea de árboles e iluminación, a excepción de aquellas secciones bajo puente a Au. A014 en que las dimensiones se ven reducidas. Las aceras se piensan de tales dimensiones para propiciar y favorecer el desplazamiento peatonal.
- Arbolado público presente en ambas veredas del corredor de diseño, a excepción de secciones pertenecientes a estaciones de andén central donde se eliminan por limitaciones de espacio.

Cabe mencionar que dichos perfiles de diseño pueden ser optimizados para fomentar el tránsito peatonal y ciclista reduciendo carriles de circulación automotor. El diseño presentado en este estudio pretende no generar un impacto muy abrupto en la configuración urbana.

Las Figura N° 126, Figura N° 127y Figura N° 128 muestran algunos de los perfiles tipo propuestos, su conjunto completo se presenta en la carpeta de planos del Anexo IV.

#### **4.8 Electrificación y catenaria**

Tanto el sistema de electrificación como su red de conducción deberá ser definido con precisión en posteriores elaboraciones que concreten el proyecto constructivo de la línea tranviaria. Sí se debe aclarar que la red de alimentación que se proyecte deberá ser compatible con una tensión de 750 V en corriente continua, tensión de operación del material móvil adoptado.

Se propone que la alimentación del material rodante se realice mediante línea aérea de contacto, conectada a subestaciones de tracción que se emplazarán según requerimiento de proyecto. Dicha línea de catenaria se corresponderá con un hilo de contacto de cobre de diámetro y características según especificaciones.

Para la sustentación de la catenaria se proyecta postes centrales en plataforma, del tipo troncocónico de 8,00 m de altura, debidamente fundados (ver planos en Anexo IV). Estos postes deberán soportar las ménsulas dotadas de tirantes de las cuales suspenden los hilos de contacto. El posicionamiento de estos últimos, sea altura como descentrado, se definirá en proyecto según unidad tranviaria y especificaciones.

Se deberá evaluar la factibilidad de alimentación de la red tranviaria estudiada empleando energía de generación fotovoltaica. Esto significaría una importante oportunidad para lograr un sistema de transporte masivo responsable con el medio ambiente, y a su vez en concordancia con las políticas de estado provincial planteadas anteriormente en el apartado de Factores ambientales.

#### **4.9 Expropiaciones y afectaciones**

En materia de expropiaciones, el estudio planteado no incurre en afectaciones de carácter privado al diseñarse en su totalidad a lo largo de corredores viales de titularidad pública. Así mismo, en el planteo de perfiles tipo se busca de manera determinante no invadir propiedad privada con el fin de eliminar posibles costos de indemnizaciones.

Por otro lado, en aspectos de afectaciones de carácter público, el diseño presentado modifica gran parte de la configuración urbanística actual de los corredores viarios por donde discurre el sistema tranviario. Estas afectaciones cambian la composición transversal del espacio urbano modificando calzadas, aceras, líneas de arbolado e iluminación, y reduce ciertos espacios públicos como plazas y bulevares. Así mismo, por limitaciones de espacio el diseño se ve obligado a eliminar líneas de arbolado en secciones de estaciones de tranvía.

#### 4.10 Impacto ambiental y medidas correctoras

Para estimar una dimensión del impacto ambiental asociado a la línea tranviaria propuesta se debe realizar un análisis ambiental basado en un proyecto concreto que permita la identificación y descripción de todos los componentes del medio natural, y contraponerlos con los impactos que la ejecución de la obra genera sobre ellos. En base a dicha identificación, se deben plantear medidas preventivas y correctoras adecuadas que minimicen los impactos.

La tarea anterior implica un importante desarrollo del proyecto y un profundo análisis, labores que exceden el alcance y propósito del presente estudio. No obstante, se pueden reconocer fácilmente algunas variables ambientales afectadas por el estudio y sus impactos asociados.

##### 4.10.1 Variables ambientales identificadas

El trazado de la línea tranviaria planteada discurre íntegramente por el casco urbano de la Ciudad del Gran San Juan, por lo que son pocos los elementos del medio natural que pueden resultar afectados. Aun así, se identifican tres variables ambientales que pueden resultar más perjudicadas por la actuación: la vegetación, el patrimonio cultural y el patrimonio urbano.

La vegetación presente en el corredor de diseño se corresponde con vegetación no autóctona de carácter decorativo y de protección ante la radiación solar. Dicha vegetación se emplaza en aceras, medianas y bulevares de las avenidas asociadas al proyecto. Así también, se encuentra vegetación de este tipo en espacios públicos (como plazas) afectos por la configuración urbanística propuesta. Las principales especies presentes son:

- Plátano de sombra, *Platanus × hispanica*.
- Morera, *Morus alba*.
- Braquiquito, *Brachychiton populneus*.
- Tipa, *Tipuana tipu*
- Palo borracho, *Ceiba speciosa*.
- Jacarandá, *Jacaranda mimosifolia*.
- Sauce, *Salix*.

En lo que respecta a patrimonio cultural, se identifican ciertos monumentos y esculturas emplazados sobre la traza propuesta por lo que podrían verse afectados por la construcción. Estos monumentos se ubican principalmente sobre Av. Libertado Gral. San Martín y Av.

Guillermo Rawson y se cuantifican un total de seis ejemplares. Las Figura N° 92 y Figura N° 135 muestran ejemplos del patrimonio citado.



**Figura N° 135 – Monumentos y esculturas en Av. Libertador Gral. San Martín y Av. Guillermo Rawson: Monumento a la Columna Libertadora de Juan Cabot, Monumento al Dr. Guillermo Rawson y Monumento a Carlos Gardel. Fuente: Google imágenes.**

El patrimonio urbano que se identifica como propenso de ser afectado está compuesto principalmente por los espacios verdes y públicos que deben ser reconvertidos con el fin de implantar la línea tranviaria y el esquema urbanístico propuesto. Claro ejemplo de esto es la transformación del bulevar central de Av. Guillermo Rawson que cambiaría su uso de paseo y esparcimiento a zona de paso del tranvía (ver Figura N° 93).

#### 4.10.2 Afectaciones ambientales

En materia de afectaciones, no se considera que la construcción del tranvía suponga grandes alteraciones en el ámbito natural, dado que su emplazamiento es urbano. Las mayores afectaciones a su entorno se producirán durante la fase de construcción generando un incremento de gases contaminantes, aumento de la emisión de polvos y ruido, derivado de la actividad constructiva.

Los factores identificados anteriormente se ven afectados de manera directa por el emplazamiento de la línea tranviaria:

- **Vegetación:** el diseño contempla la eliminación de líneas de arbolado público en las inmediaciones de las estaciones tranviarias de andén central dadas las limitaciones de espacio entre líneas de edificación opuestas. Así mismo, se verán removidos todos aquellos ejemplares arbóreos ubicados sobre la mediana de Av. Libertador Gral. San Martín, aquellos que se encuentren en la trayectoria de la plataforma tranviaria sobre el bulevar de Av. Guillermo Rawson, y todo ejemplar que no pueda quedar comprendido dentro de las nuevas configuraciones transversales propuestas.
- **Patrimonio cultural:** el diseño geométrico de la línea tranviaria discurre sobre las ubicaciones de las esculturas y monumentos comprendidas en este grupo patrimonial, por lo que la construcción de dicha línea implicaría la afectación directa de dichos elementos. Es así que estos elementos patrimoniales deberán ser removidos para dar lugar al emplazamiento de la plataforma tranviaria.
- **Patrimonio urbano:** el diseño de ciertas estaciones, como son Estación Centro Cívico y Estación Colón, contemplan andenes laterales lo que implica una mayor necesidad de espacio. En el caso particular de las estaciones mencionadas, se avanza sobre espacio público destinado a recreación (plazas) para ganar lugar de emplazamiento. Por otro lado, la plataforma tranviaria a ubicar sobre el bulevar de Av. Guillermo Rawson reduciría el espacio libre de paseo y recreación en dicho bulevar. Concluyentemente, la construcción de la línea tranviaria conllevaría la reducción de ciertos espacios verdes destinados a esparcimiento.

#### 4.10.3 Medidas correctoras

Las afectaciones derivadas de la construcción de la línea tranviaria estudiada requieren estudios y acciones que generen adecuadas medidas correctoras del medio donde se emplazaría el tranvía. Se debe priorizar que las medidas alcancen la eliminación, reducción o compensación de los efectos ambientales negativos que pudiera generar el desarrollo del proyecto.

Si bien el estudio no define por completo todas las acciones a ejecutar, como tampoco identifica todos los factores y variables afectadas, las afectaciones expuestas pueden ser corregidas y el diseño puede ser reevaluado (en avances posteriores) para hacerlo más compatible con su entorno.

Se propone como medidas generales las siguientes:

- Se reubicará todo ejemplar arbóreo que deba removerse cuyas dimensiones y características lo permita.
- Se replantará todo ejemplar arbóreo que deba eliminarse a una tasa de 3 a 1 o superior (tres nuevos ejemplares por ejemplar eliminado).
- Se extremará la precaución con el fin de evitar causar daños innecesarios a árboles en la zona de construcción o su entorno.
- Se trasladarán y/o reconstruirán los monumentos y esculturas afectadas, destinados a nuevos lugares públicos. Se adoptarán medidas pertinentes al manejo del patrimonio cultural e histórico.
- Se buscará y destinará una parcela pública para creación de espacio público de esparcimiento (parque o plaza), que compense la reducción de espacio de recreación y paseo eliminado con la construcción. Así mismo, dicho espacio público puede ser destino de los ejemplares arbóreos a reubicar y replantar, y de las esculturas y monumentos forzados a trasladar.
- Se acatará toda medida regulatoria para no exceder límites de emisión de ruidos y vibraciones.

Se considera que los ruidos y gases contaminantes generados en la fase de construcción se verán completamente compensados durante la fase de explotación del tranvía dado que, se reducirá el tránsito rodado y por ende la disminución de ruido de motores y la emisión de gases.

De manera general se asume que el tranvía, en su fase de explotación, al ser un modo de transporte ecoamigable, con alimentación eléctrica de origen fotovoltaico, compensa todas las afectaciones que puede generar e incluso mejora su entorno al promover la reducción de gases nocivos y brindar un sitio urbano más saludable y confortable para el ciudadano.

#### **4.11 Presupuesto**

Con el fin de conocer un posible coste de inversión para la construcción y puesta en marcha de la línea tranviaria desarrollada se elabora un presupuesto de carácter burdo y general. Un análisis detallado de ítems y estudio de costos se deberá realizar en base a un proyecto constructivo. No obstante, el presupuesto que se presenta ayuda a tomar dimensión en materia financiera.

Para la elaboración del presupuesto de inversión se toma como guía el Estudio de Viabilidad de la Línea de Tranvía Este-Oeste en Zaragoza, Ayuntamiento de Zaragoza, 2017. Dicho estudio de viabilidad presenta un análisis de coste de inversión donde se estima un monto para una línea tranviaria de características similares a la estudiada, con una longitud de 11,07 km y una previsión de 13 unidades tranviarias a adquirir, similares al material rodante adoptado en este estudio. La Figura N° 136 muestra el resumen de los valores obtenidos en el proceso de análisis. La dirección de obras se determina como un 2,70% de del coste de construcción, similar a costes asumidos en otras licitaciones. El coste unitario del material móvil que prevé el Ayuntamiento de Zaragoza resulta en 2850000 €.

ESTIMACIÓN DE COSTE DE INVERSIÓN	
Concepto	Importe Base de Licitación (sin IVA)
Coste de construcción	152.943.916,18 €
Dirección de las obras	4.129.485,74 €
Adquisición de material móvil	37.050.000,00 €
Expropiaciones	6.379.800,00 €
<b>Total coste de inversión</b>	<b>200.503.201,91 €</b>

Dada que la longitud de la línea es de 11,07 km, se estima un coste de construcción de 13,82 M€/km (antes de IVA) y un coste de inversión de 18,11 M€/km (antes de IVA).

**Figura N° 136 - Resumen de costes de inversión (antes de IVA), Tranvía de Zaragoza. Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza, 2017.**

Para la estimación de los costes que implicaría la realización y puesta en marcha del Tranvía de San Juan, se aplican los costes unitarios determinados para el Tranvía de Zaragoza a las condiciones propias del estudio, esto es: 11,525 km, 20 unidades tranviarias a adquirir en una primera etapa y expropiaciones inexistentes. De lo anterior resulta lo expuesto en la Tabla N° 21.

**Tabla N° 21 – Estimación de coste de inversión para el Tranvía de San Juan. Fuente: Elaboración propia.**

TRANVÍA DE SAN JUAN	
ESTIMACIÓN DE COSTE DE INVERSIÓN	
Concepto	Importe Base de Licitación (sin IVA)
Coste de construcción	159.238.656,71 €
Dirección de las obras	4.299.443,73 €
Adquisición de material móvil	57.000.000,00 €
Expropiaciones	0,00 €
<b>Total coste de invers. s/MM</b>	<b>163.538.100,44 €</b>
<b>Total coste de inversión</b>	<b>220.538.100,44 €</b>

Los resultados arrojan un total de 220,54 M€ de coste total de inversión, de los que 163,54 M€ corresponden a inversión en infraestructura tranviaria y 57 M€ a la adquisición de material móvil. En valores unitarios esto resulta en 14,19 M€/km de inversión en infraestructura y 19,13 M€/km de inversión total considerando el material rodante.

---

## CAPÍTULO 5

### 5 Conclusiones

A modo de cierre y con el fin de destacar los puntos más relevantes del estudio desarrollado, se procede a elaborar conclusiones de manera crítica y objetiva. Así mismo se busca englobar la idea central del estudio teniendo en cuenta los factores intervinientes de mayor importancia.

Presentada la zona de estudio, la Ciudad del Gran San Juan, se observa una urbe emplazada sobre una región geológica y con características topográficas aptas para el sistema de transporte ferroviario que se propone implementar. Así mismo, la extensión metropolitana de la Ciudad de San Juan y su población brindan buenas condiciones de aprovechamiento para sistemas de transporte masivo.

San Juan resulta ser una ciudad moderna, urbanística y arquitectónicamente, producto de su destrucción en 1944. A pesar de esto, las características de la urbe no pueden hacer frente al fuerte crecimiento económico y poblacional que ha sufrido en las últimas dos décadas, dejando desactualizadas gran parte de sus vías de comunicación y sistemas de transporte público.

La problemática central se presenta en una gran extensión metropolitana con concentración de actividades desprovista de adecuadas vías de comunicación, las que a diario presentan problemas de atascos y cortes de circulación, especialmente en recorridos este-oeste. A lo anterior se le suma un deficitario sistema de transporte público, basado en buses, que cubre una pequeña porción de la red vial, con recorridos ineficientes y una clara falta de organización, agravado por una infraestructura inadecuada. Lo anterior es confirmado y respaldado con encuestas realizadas a ciudadanos de San Juan.

A pesar de existir una reacción del estado provincial ante la situación, identificando problemas y proponiendo escenarios deseados, se puede considerar tardía ya que no se puede modificar ciertas acciones indebidas, aunque sí transformarse. Políticas anteriores se estiman inapropiadas al permitir acciones sin programación y sin vistas a enfrentar el núcleo del problema.

De toda la problemática planteada, la que es extensa y compleja, el presente estudio propone una herramienta para la mejora de la movilidad en el corredor de comunicación este-oeste mediante un sistema de transporte masivo, una línea tranviaria.

El sistema catalogado como tranvía moderno resulta ser la solución más adecuada en aspectos de demanda de viajes, emplazamiento, medio ambiente y fortalezas frente a otros sistemas.

El corredor vial-urbano elegido para el emplazamiento de la línea tranviaria resulta ser el corredor de mayor aprovechamiento, importancia y actividad con las características necesarias para el emplazamiento de la nueva infraestructura.

Los mayores desafíos para la elaboración del estudio se presentan en la adecuada inserción de la plataforma tranviaria dados los limitados despejes en ciertos sectores del recorrido, aún más respetando la categoría de avenidas de las vías donde se traza la línea férrea. Así también,

resulta dificultoso la estimación de demanda de viajes y el comportamiento de usuarios dada la inexistencia o escasos de datos oficiales en temática de tránsito y transporte.

La realización de la línea tranviaria es totalmente compatible con el trazado vial actual y con los espacios y configuración urbanística existente. Así también cumple con la generación de un espacio urbano más sano y transitible.

La implementación de dicho transporte puede significar una gran oportunidad para lograr modernizar la Ciudad de San Juan, conseguir un transporte público responsable con el medio ambiente y consolidar a la Provincia de San Juan como líder en materia ecologista a nivel nacional, considerando su liderazgo en producción de energía fotovoltaica.

La línea tranviaria propuesta está propensa a mejoras y optimizaciones que se puedan desarrollar en análisis y proyectos más exhaustivos. La Tabla N° 22 resume sus principales características.

Cabe destacar de manera concluyente que, el estudio cumple con todos sus objetivos planteados de manera satisfactoria, brindando por sobre todo una propuesta de mejora de movilidad urbana para la ciudad, contribuyendo a una mejor calidad de vida y hábitat de la sociedad y ofreciendo una base para el desarrollo de futuros proyectos similares, tanto en la zona de estudio como otra localización.

Finalmente, cabe mencionar que el proceso de análisis y elaboración del presente estudio ha significado una labor altamente enriquecedora y constructiva en carácter académico, técnico y profesional. Así mismo, se ha podido profundizar e integrar numerosos aspectos y temas de estudio, valiosos para el futuro ejercicio profesional.

**Tabla N° 22 – Resumen de características técnicas del Tranvía de San Juan. Fuente: Elaboración propia.**

<b>Características técnicas – Tranvía de San Juan</b>	
Longitud	11,525 km
Número de estaciones	24
Ancho de vía (trocha)	1435 mm (ancho estándar)
Líneas	1 ramal este-oeste (posible ampliación norte-sur).
Tipo de plataforma	Reservada en vía doble.
Tipo de intersecciones	A nivel con viario existente con prioridad semafórica.
Tipo de andén	Central (19) y laterales (5) según estación.
Material rodante	ALSTOM CITADIS 302 – Barcelona (20 + 7 unidades).
Capacidad del material rodante	294 pasajeros (6 pasajeros/m <sup>2</sup> ).
Capacidad del servicio	2940 pasajeros/h.sentido (frecuencia de 6 minutos).
Alimentación	750 Vcc por catenaria suspendida de postes centrales.
Tipo de servicio	Transporte metropolitano de pasajeros.
Coste total de inversión	220.538.100,44 €

# ANEXO I

## 6 Anexo I

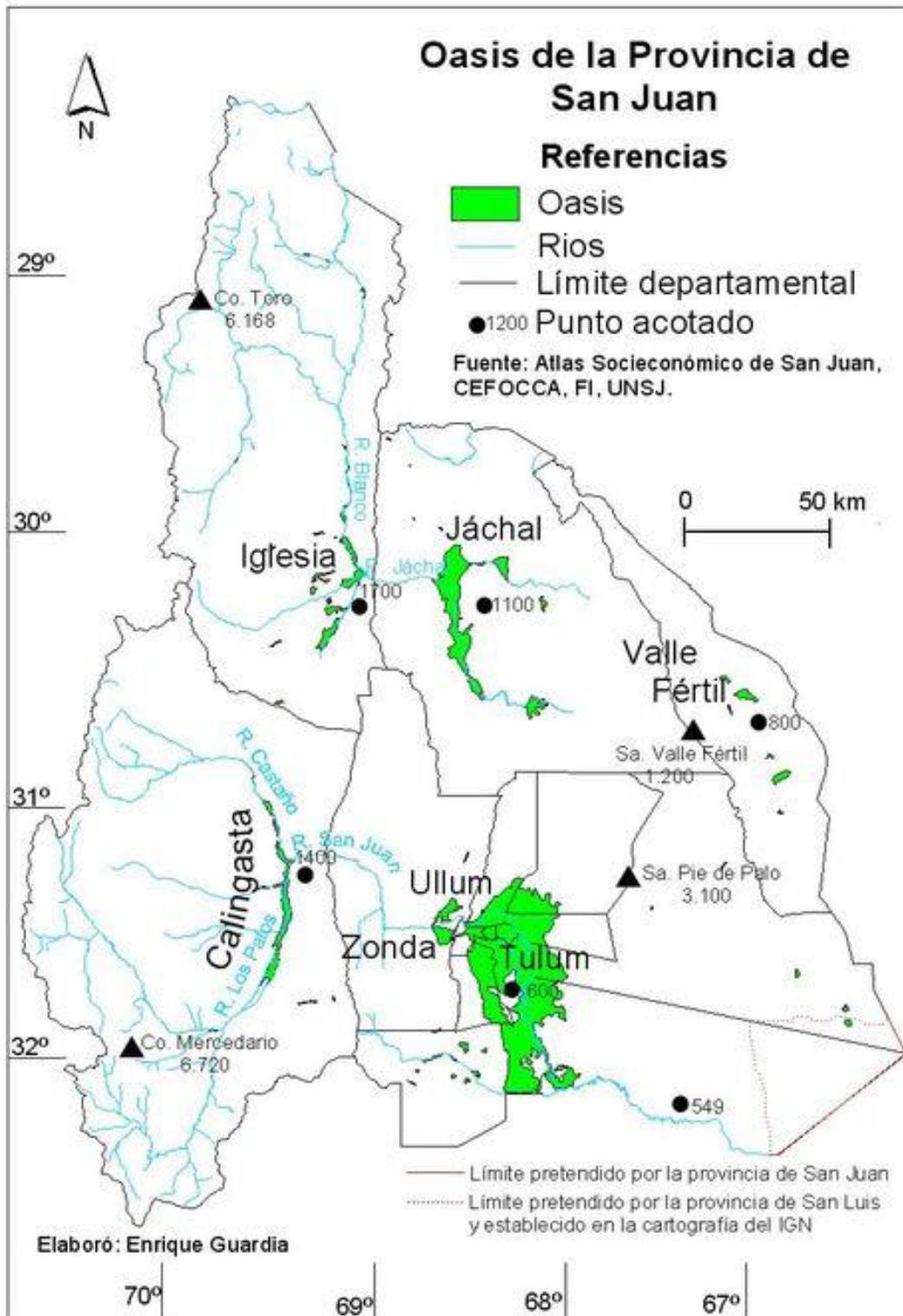


Figura N° 137 – Mapa de oasis de la Provincia de San Juan. Fuente: Atlas socioeconómico de San Juan, UNSJ.

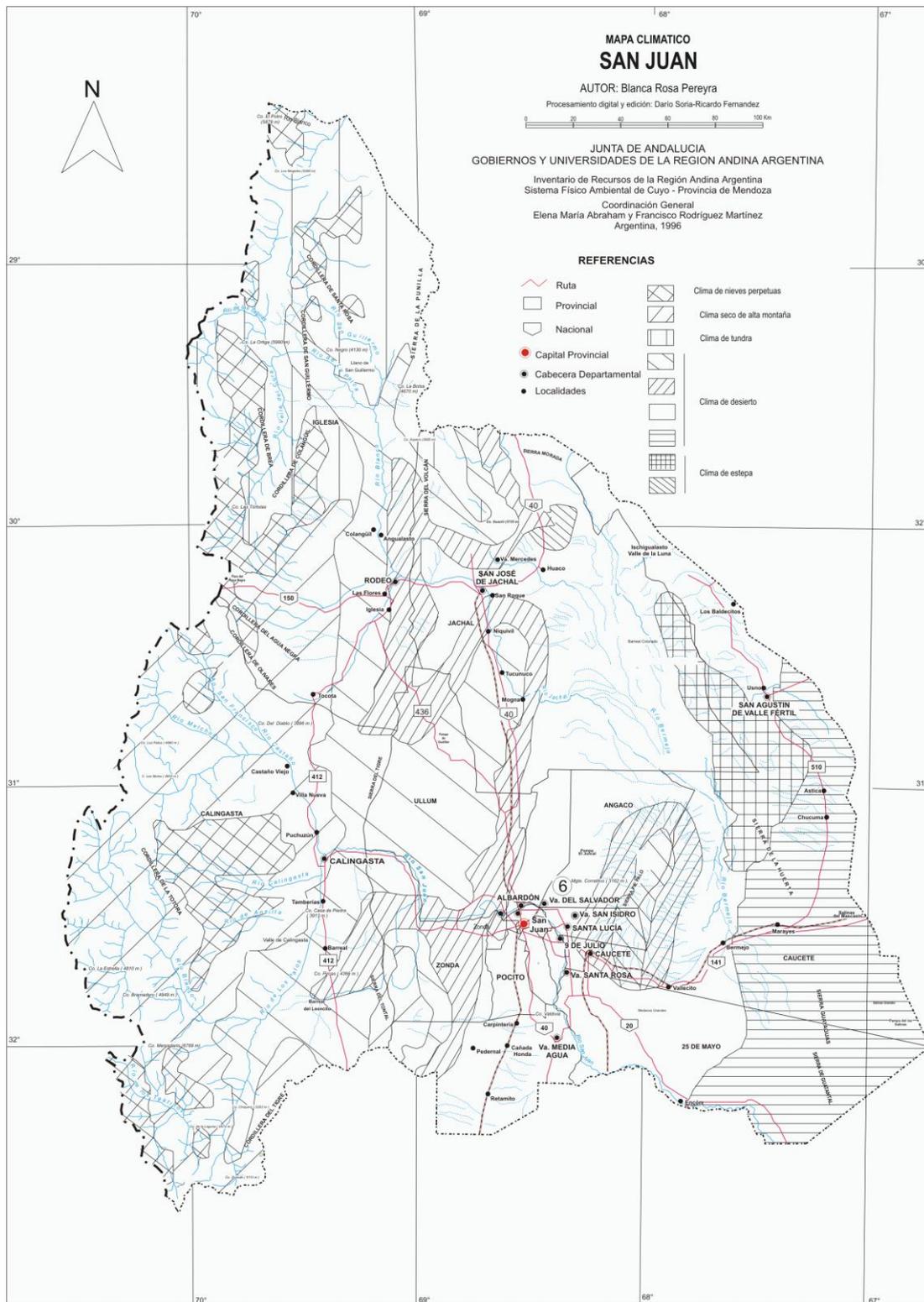


Figura N° 138 – Mapa climático de la Provincia de San Juan. Fuente: CONICET Mendoza.

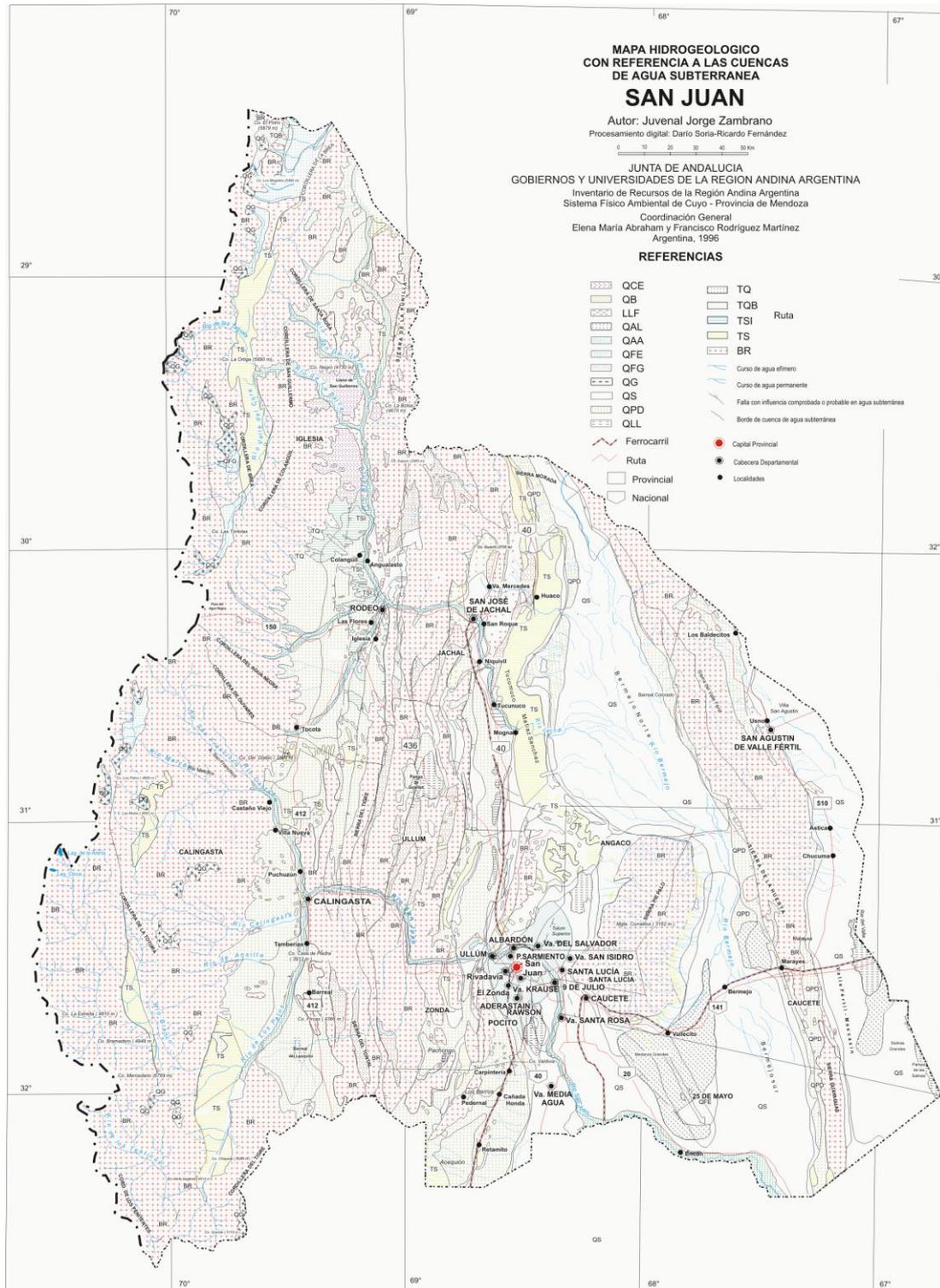


Figura N° 139 – Mapa hidrogeológico de la Provincia de San Juan. Fuente: CONICET Mendoza.

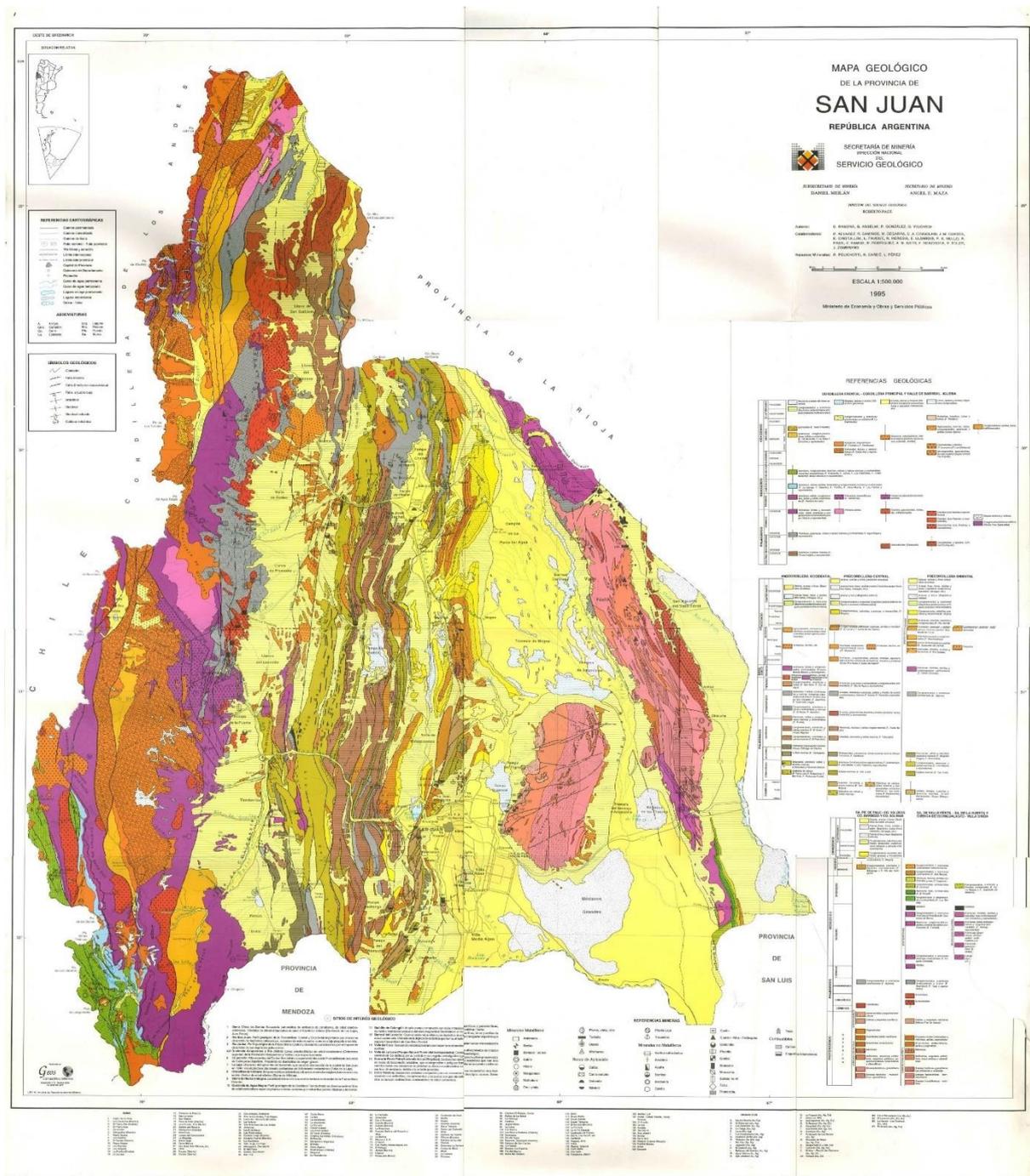


Figura N° 140 - Mapa geológico de la Provincia de San Juan. Fuente: Ministerio de Minería de San Juan.

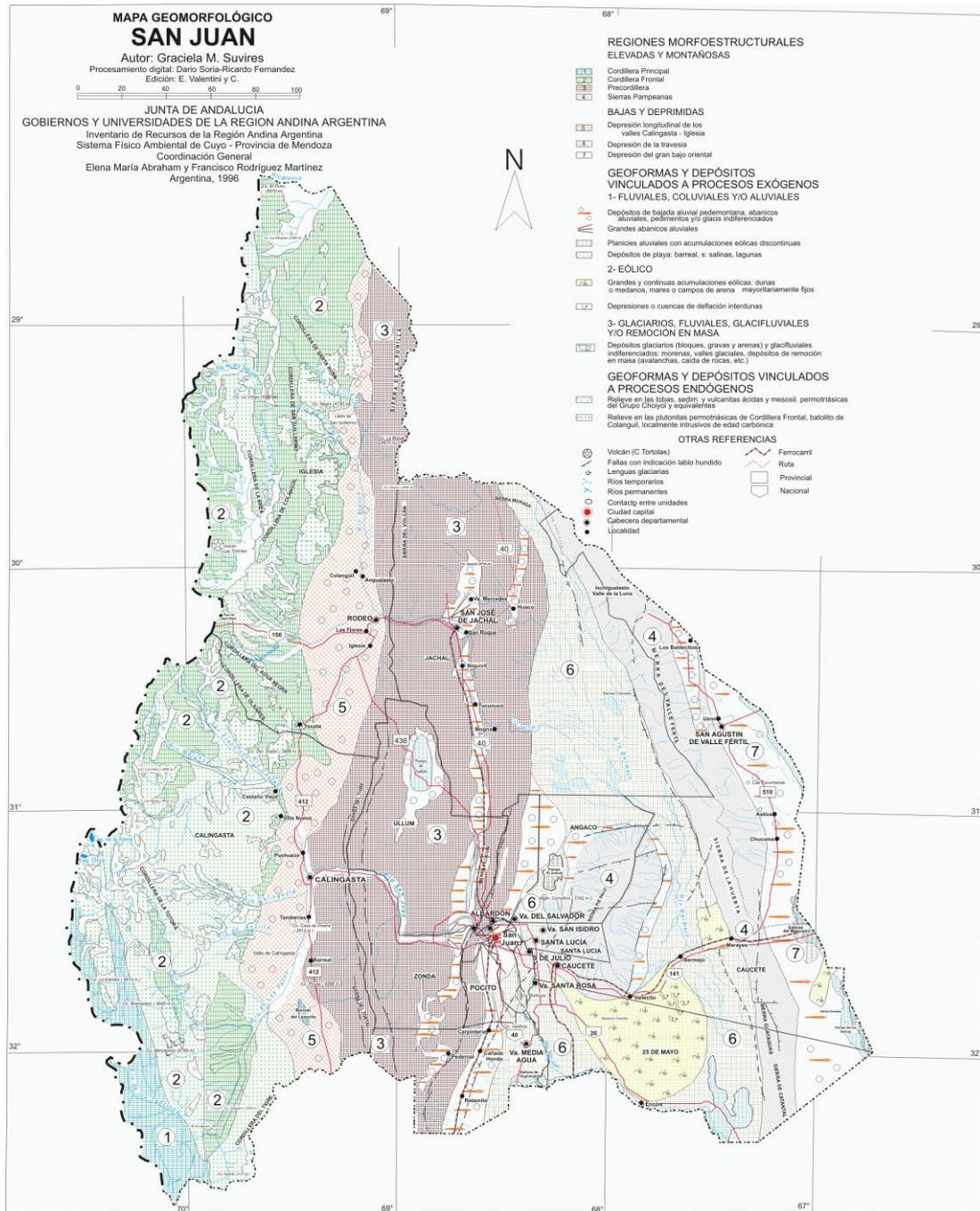


Figura N° 141 – Mapa geomorfológico de la Provincia de San Juan. Fuente: CONICET Mendoza.

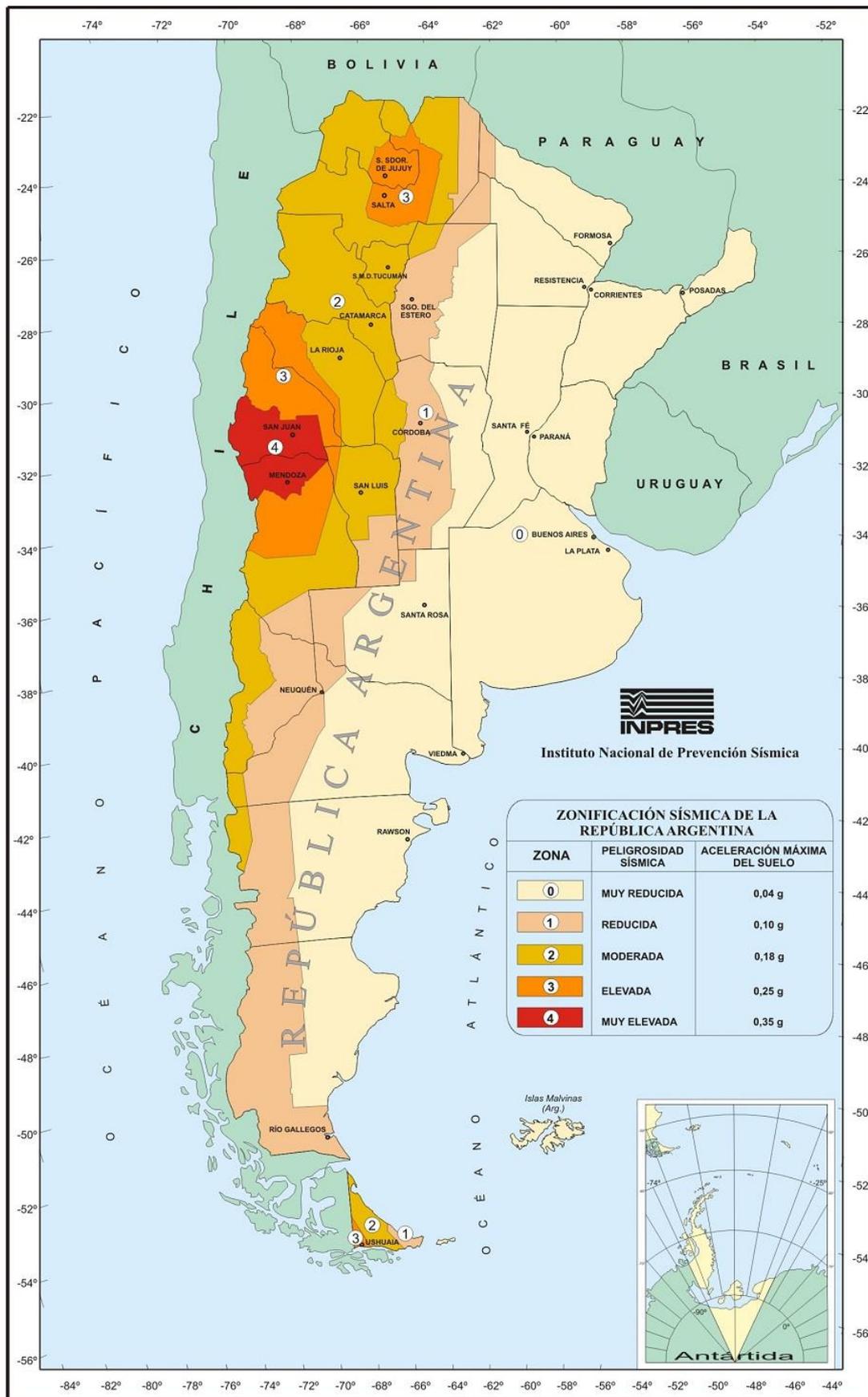


Figura N° 142 – Mapa de zonificación sísmica de la República Argentina. Fuente: INPRES.

# ANEXO II

## 7 Anexo II

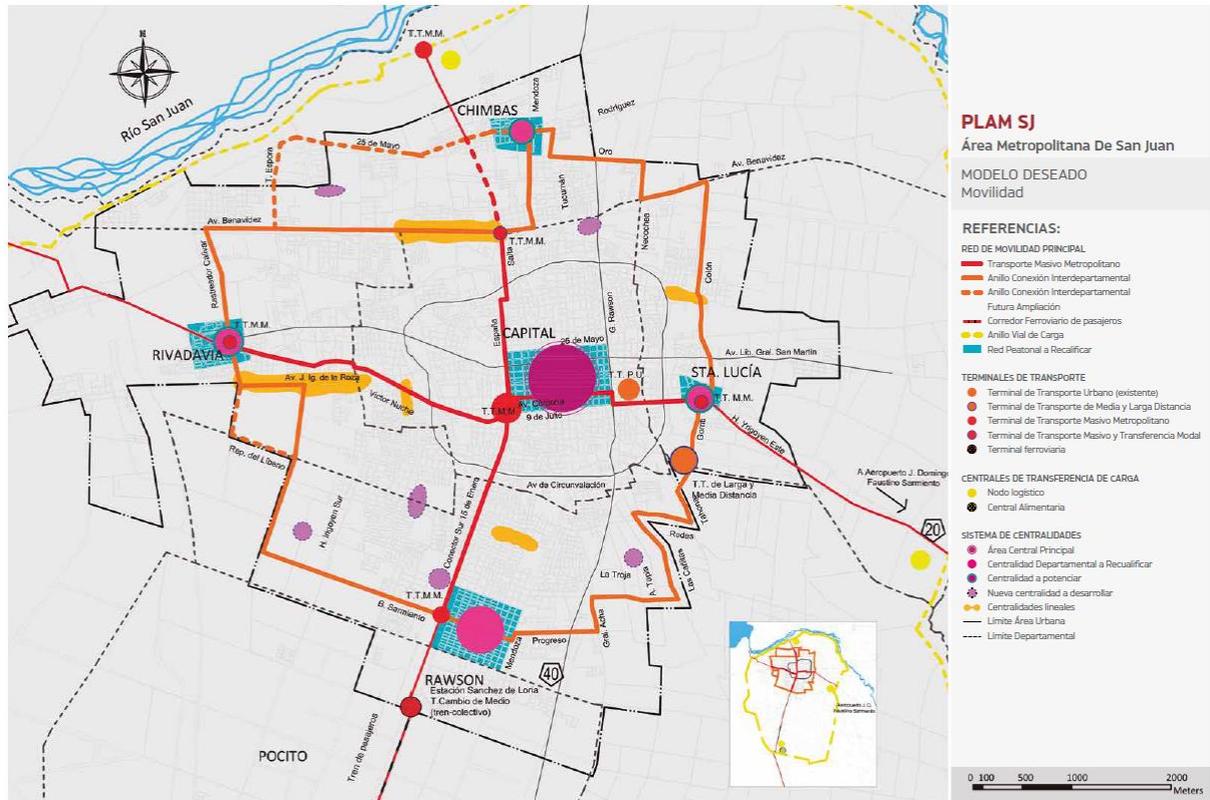


Figura N° 143 – Modelo deseado de movilidad para el Área Metropolitana de San Juan. Fuente: PLAM SJ.

**LA MARINA**



Figura N° 144 – Pasajes de empresa La Marina S.A., 2017. Fuente: Molina Castán, A. (2018).

ALTO DE SIERRA



Figura N° 145 - Pasajes de empresa Alto de Sierra S.R.L., 2017. Fuente: Molina Castán, A. (2018).

**EL TRIUNFO**

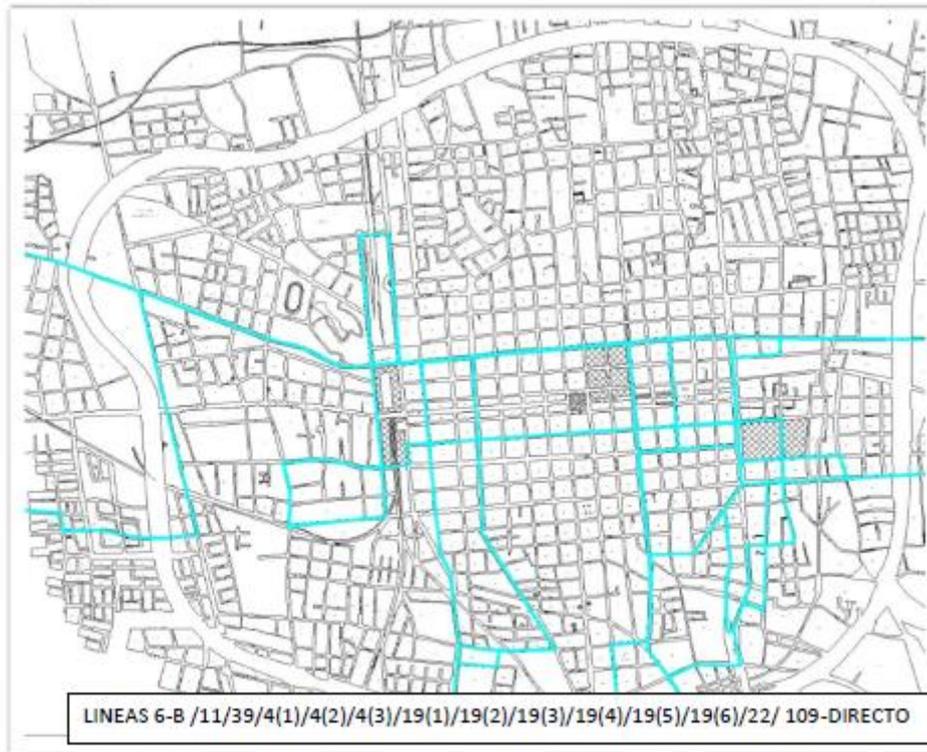


Figura N° 146 - Pasajes de empresa El Triunfo S.A., 2017. Fuente: Molina Castán, A. (2018).

LA POSITIVA

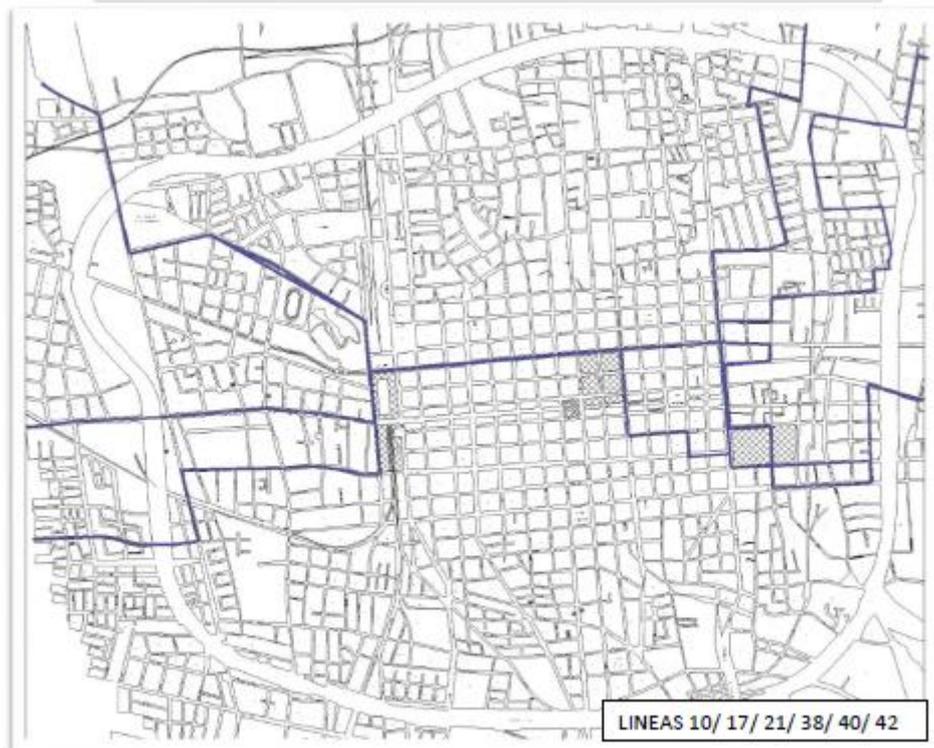


Figura N° 147 - Pasajes de empresa La Positiva S.A., 2017. Fuente: Molina Castán, A. (2018).

**LIBERTADOR**



Figura N° 148 - Pasajes de empresa Libertador S.R.L., 2017. Fuente: Molina Castán, A. (2018).



Figura N° 149 – Región de Cuyo, centro-oeste de la República Argentina. Fuente: Google imágenes.

# ANEXO III

## 8 Anexo III



Figura Nº 150 – Calle Nuche, San Juan. Fuente: Google Earth.

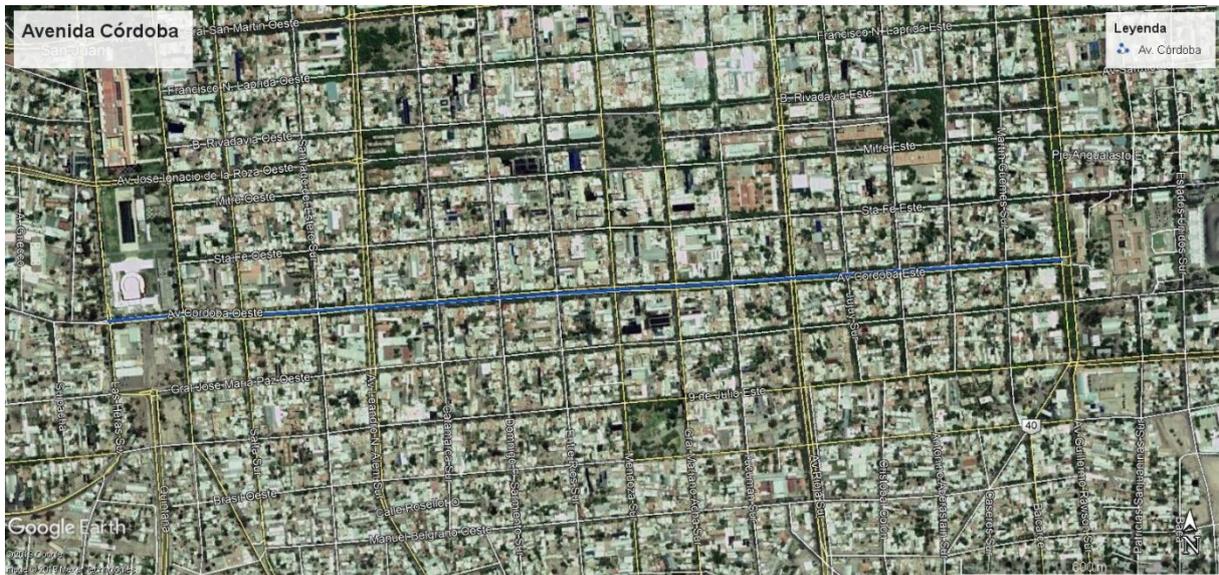


Figura Nº 151 - Porción de la Av. Córdoba, San Juan. Fuente: Google Earth.

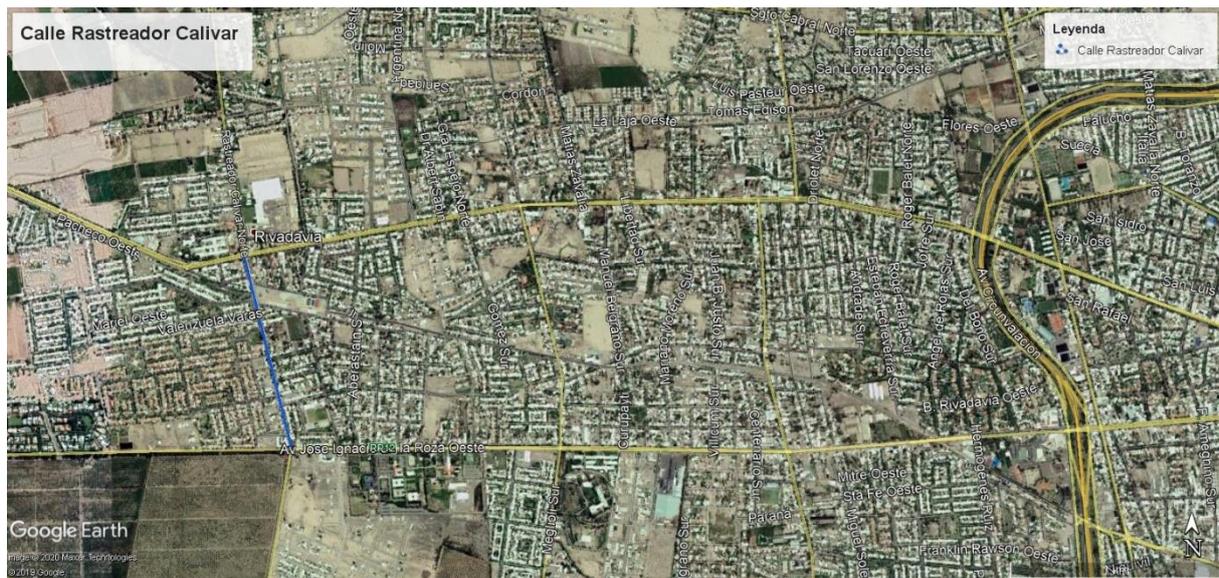


Figura Nº 152 - Porción de la Calle Rastreador Calivar, San Juan. Fuente: Google Earth.

## ANEXO IV

### 9 Anexo IV

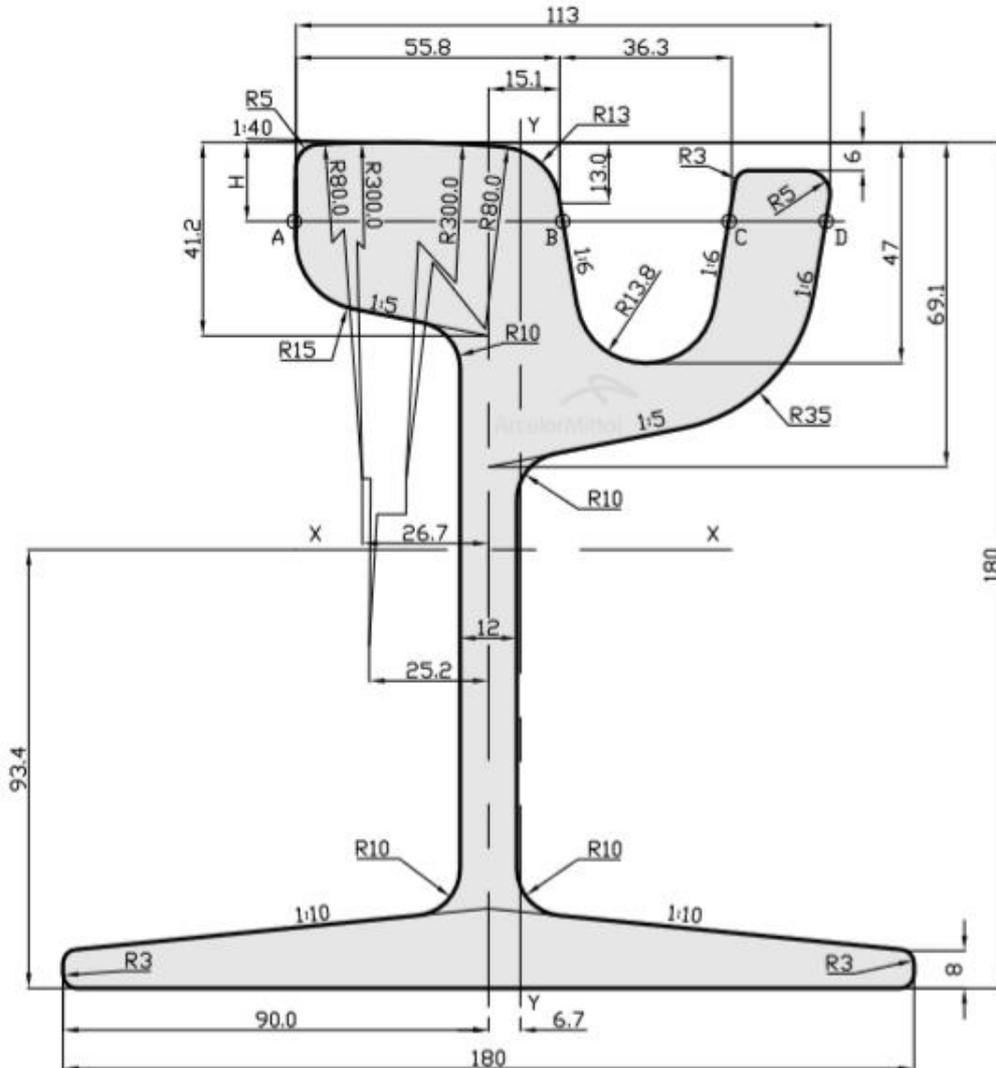


Figura N° 153 – Carril tipo Phoenix 60R2 (Ri60N). Fuente: Catálogo de productos de Arcelor Mittal.

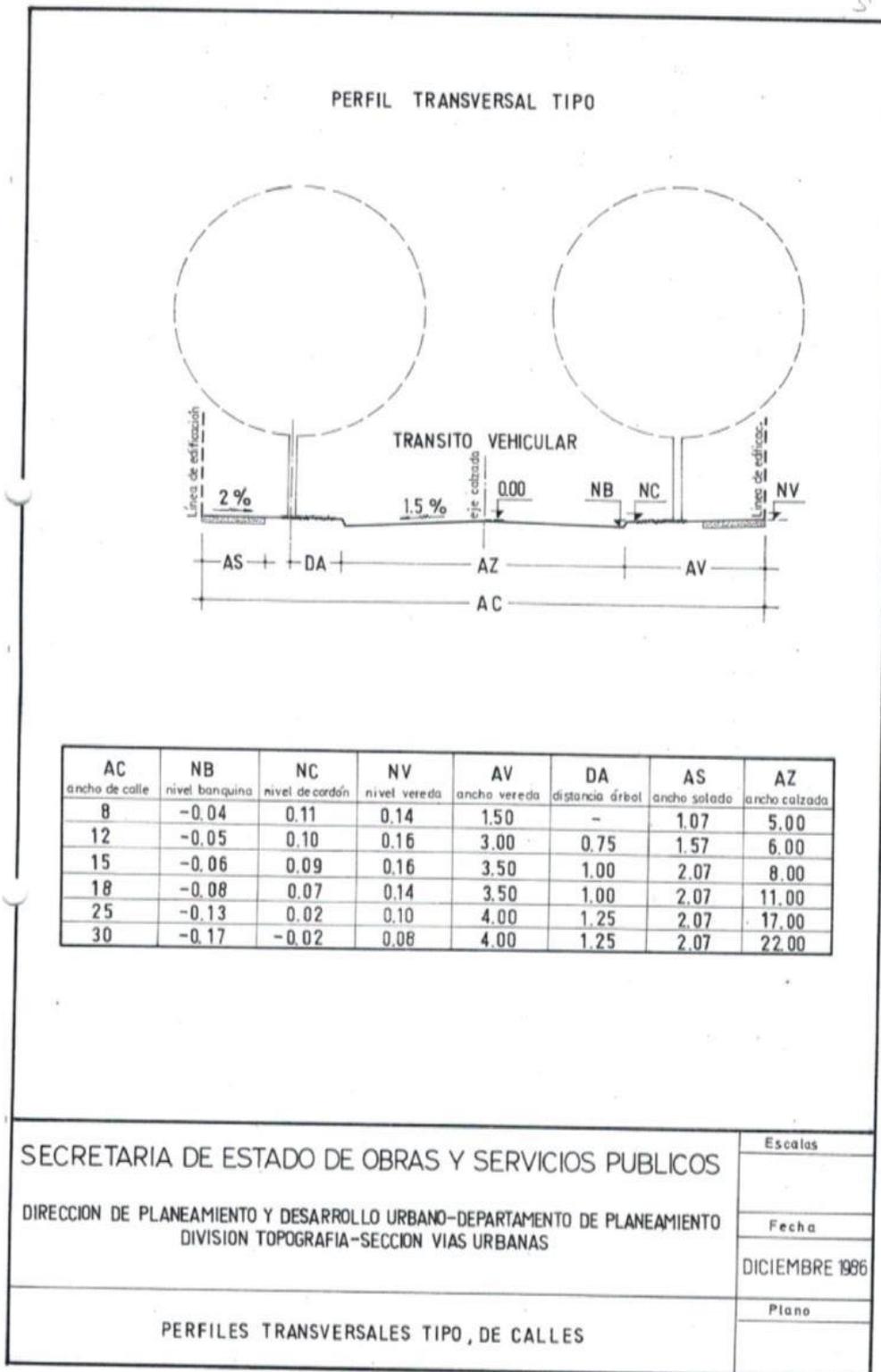


Figura N° 154 – Perfiles transversales tipo de calles, D.P.D.U., San Juan. Fuente: D.P.D.U.

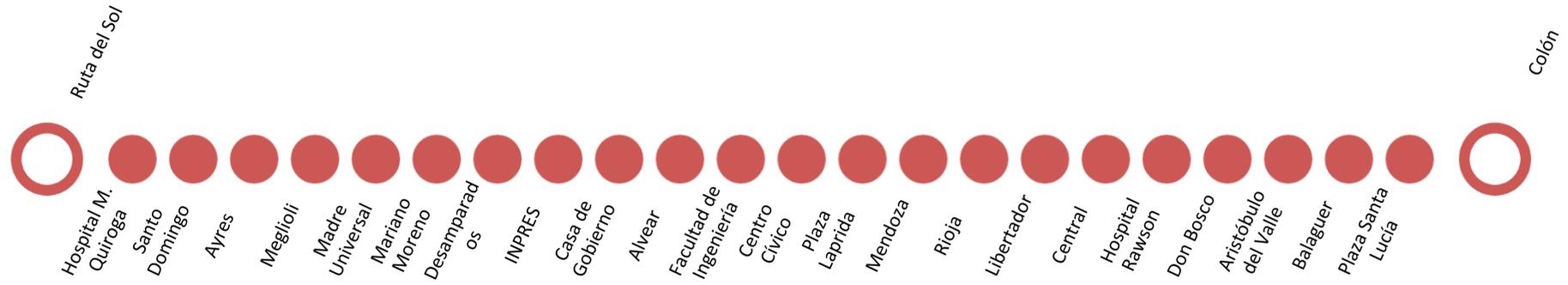


Figura N° 155 – Esquema de línea tranviaria y estaciones. Fuente: Elaboración propia.

## **ANEXO IV**

### **CARPETA DE PLANOS**

# BIBLIOGRAFÍA

## 10 Bibliografía

- 60R2 (Ri60N) - ArcelorMittalRails [WWW Document], n.d. URL <https://rails.arcelormittal.com/tipos-rieles/carril-de-tranvia/norma-de-garganta/carril-60r2-ri60-r13-ri60n> (accessed 11.27.19).
- Acerca de la OCDE - OECD [WWW Document], n.d. URL <https://www.oecd.org/acerca/> (accessed 11.14.19).
- ADIF Argentina, T.A., 2018. Normas de Vía y Obras [WWW Document]. Argentina.gob.ar. URL <https://www.argentina.gob.ar/cnrt/normas-de-y-obras> (accessed 11.21.19).
- Alamys, 2015. Alamys - BLOG: LAS VENTAJAS DE LOS TRANVÍAS POR SOBRE OTROS SISTEMAS DE TRANSPORTES DE SUPERFICIE EN LATINOAMÉRICA. URL <https://www.alamys.org/es/noticias/blog-las-ventajas-de-los-tranvias-por-sobre-otros-sistemas-de-transportes-de-superficie-en-latinoamerica/> (accessed 11.17.19).
- Alcaldía de Cuenca, n.d. Tranvía de Cuenca [WWW Document]. URL <http://tranvia.cuenca.gob.ec/> (accessed 12.10.19).
- Alstom's Citadis Trams, n.d. . Railway Technology. URL <https://www.railway-technology.com/projects/citadis-trams/> (accessed 11.27.19).
- Andrés Hilarión, H., 2010. Criterios de trazado para la inserción urbana del tranvía. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Andrés, T.H., Javier, G., 2016. ESTRUCTURACIÓN, CONFIGURACIÓN Y ACCESIBILIDADES EN EL GRAN SAN JUAN Y ALREDEDORES EN FUNCIÓN DE LA PROVISIÓN DEL SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS. entreVistas 18.
- Atlas San Juan [WWW Document], n.d. URL <http://www.atlas.unsj.edu.ar/index.html> (accessed 2.5.20).
- Ayuntamiento de Zaragoza, 2017. ESTUDIO DE VIABILIDAD - Línea de Tranvía Este – Oeste en Zaragoza. Ayuntamiento de Zaragoza, Zaragoza.
- BAHRA - Base de Asentamientos Humanos de la República Argentina [WWW Document], n.d. URL <http://www.bahra.gob.ar/> (accessed 9.7.19).
- Burrieza Galán, J., 2015. Plan de implantación de una línea de tranvía en Valladolid (TFG). Universidad Politécnica de Madrid.
- Carolina, G., 2019. OECD Economic Surveys: Argentina 2019 62.
- Cerdán, G. de, Amalia, N., 1971. La ciudad de San Juan. Boletín de Estudios Geográficos.
- CIPPEC, 2019. HACIA EL DESARROLLO URBANO INTEGRAL DEL ÁREA METROPOLITANA DE MENDOZA (UNICIPIO) - Una propuesta de co-creación depolíticas públicas y planificACCIÓN. Gobierno de Mendoza.
- Colectivos: las cinco paradas más caóticas dentro del microcentro [WWW Document], n.d. . Diario de Cuyo. URL <https://www.diariodecuyo.com.ar/sanjuan/Colectivos-las-cinco-paradas-mas-caoticas-dentro-del-microcentro-20180718-0093.html> (accessed 10.31.19).
- Conejo Feliu, J., 2015. Nueva línea de tranvía entre Montcada y UAB- Tramo Río Ripoll Montcada. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Conjuntos de datos - Datos Abiertos San Juan [WWW Document], n.d. URL <https://www.datosabiertos.sanjuan.gob.ar/dataset> (accessed 9.5.19).

- del Carmen Jofré, R., Sarracina, A.E., 2014. Nuevas configuraciones territoriales en el borde sur-oeste de la Ciudad de San Juan como resultado de la aplicación de políticas habitacionales 22.
- DNAP [WWW Document], n.d. URL <http://www2.mecon.gov.ar/hacienda/dinrep/> (accessed 10.10.19).
- El Transporte Urbano y Metropolitano en España, 2016. . Ministerio de Fomento - España.
- EPSE | Energía Provincial Sociedad del Estado [WWW Document], n.d. URL <https://www.epse.com.ar/> (accessed 11.20.19).
- Estacionamiento caótico: se necesitan 90.000m2 para aparcar en la ciudad [WWW Document], n.d. . DiarioLaVentana.com. URL <http://diariolaventana.com/articulo.php?id=76789> (accessed 10.11.19).
- Estadísticas Observatorio de Tránsito y Seguridad Vial - Datos Abiertos San Juan [WWW Document], n.d. URL <https://www.datosabiertos.sanjuan.gob.ar/dataset/observatorio-de-transito-y-seguridad-vial> (accessed 9.6.19).
- Estudio informativo del Tranvía Urbano de Barakaldo, 2015. . Departamento de Desarrollo Económico e Infraestructuras - Euskadi.
- García Álvarez, A., 2016. La Demanda en el transporte de viajeros. Generación, evolución y Reparto modal.
- GDP and spending - Real GDP long-term forecast - OECD Data [WWW Document], n.d. . theOECD. URL <http://data.oecd.org/gdp/real-gdp-long-term-forecast.htm> (accessed 11.15.19).
- Geología de los valles de Tulum y Ullum-Zonda, 1970. . Consejo Federal de Inversiones.
- Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2015. Manual de Diseño Urbano.
- Gobierno de Mendoza, n.d. Metrotranvía : Transporte [WWW Document]. URL <http://www.transportes.mendoza.gov.ar/mtm/#1> (accessed 11.13.19).
- Hevilla, M.C., Molina, M., 2010. La ciudad de San Juan: imaginarios de las reconstrucciones inconclusas. Scripta Nova.
- Hidrología del valle de Tulum, provincia de San Juan, 1970. . Consejo Federal de Inversiones.
- Informe Productivo Provincial - San Juan, 2019. . Ministerio de Hacienda - Argentina.
- INFORMES PRODUCTIVOS PROVINCIALES - San Juan, 2016. . Ministerio de Hacienda - Argentina.
- Informes Productivos [WWW Document], 2019. . Argentina.gob.ar. URL <https://www.argentina.gob.ar/hacienda/politicaeconomica/microeconomica/informesproductivos> (accessed 10.10.19).
- INPRES [WWW Document], n.d. URL <https://www.inpres.gob.ar/desktop/> (accessed 10.3.19).
- Insa Franco, R., 2016a. Una introducción al ferrocarril. Volumen I: elementos constituyentes de la superestructura. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Insa Franco, R., 2016b. Una introducción al ferrocarril. Volumen II: elementos constituyentes de la infraestructura. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Instituto Geográfico Nacional | de la República Argentina [WWW Document], n.d. URL <http://www.ign.gob.ar/> (accessed 9.7.19).
- Kurbán, A., 2017. VERDE URBANO - Contribución Bioclimática a la Sustentabilidad de Ambientes Áridos. Universidad Nacional de San Juan.
- La ciudad de la reconstrucción [WWW Document], n.d. . sanjuanalmundo.org. URL <http://www.sanjuanalmundo.org/articulo.php?id=17219> (accessed 10.11.19).

- La Ciudad y sus etapas [WWW Document], n.d. . sanjuanalundo.org. URL <http://sanjuanalundo.org/articulo.php?id=119762> (accessed 12.4.19).
- Liotta, M., 2011. Los suelos en los valles de Tulum, Ullúm y Zonda [WWW Document]. INTA. URL <https://inta.gob.ar/documentos/los-suelos-en-los-valles-de-tulum-ullum-y-zonda> (accessed 10.8.19).
- López Pita, A., 2008. Explotación de líneas de ferrocarril, Temes de transport i territori = Temas de transporte y territorio 15. Edicions UPC, Barcelona.
- López Pita, A., 2006. Infraestructuras ferroviarias, Temes de transport i territori = Temas de transporte y territorio 12. Edicions UPC, Barcelona.
- Los Tranvías de San Juan [WWW Document], n.d. . sanjuanalundo.org. URL <http://www.sanjuanalundo.org/articulo.php?id=16503> (accessed 10.12.19).
- Lupano, C.F., 2008. CUENCA DEL RIO SAN JUAN Cuenca N° 54. Resultados de la búsqueda Resultado web con enlaces al sitio web Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda, Argentina.
- Lussich Obes, M., 2005. Análisis coste-beneficio de implantar el tranvía en el tramo central de la avenida Diagonal entre plaza Francesc Macià y plaza de Glòries.
- Mapa demográfico de la Provincia de San Juan, Argentina - Tamaño completo | Gifex [WWW Document], n.d. URL [https://www.gifex.com/fullsize/2019-02-03-15908/Mapa\\_demografico\\_de\\_la\\_Provincia\\_de\\_San\\_Juan\\_Argentina.html](https://www.gifex.com/fullsize/2019-02-03-15908/Mapa_demografico_de_la_Provincia_de_San_Juan_Argentina.html) (accessed 10.2.19).
- Melis Maynar, M., 2008. Ferrocarriles metropolitanos: tranvías, metros ligeros y metros convencionales, 3ª ed. ed, Señor 29. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.
- Mengual, S.G., Balza, A.D.B., González, R.R., Mancini, P.G., Espinoza, M.L., n.d. Gerenciamiento de Redes Viales - T 066 24.
- Mengual, S.G., Bocca Balza, A.D., n.d. ESTUDIO DEL TRÁNSITO EN LA AV. LIBERTADOR OESTE DE LA CIUDAD DE SAN JUAN.
- Metro Ligero Oeste Madrid, 2017. Folleto Técnico MLO.
- Metrotranvia, n.d. . STM - Sociedad de Transporte Mendoza. URL <http://stmendoza.com/metrotranvia/> (accessed 11.13.19).
- Metrotranvía de Mendoza - Ferropedia [WWW Document], n.d. URL [http://ferropedia.es/mediawiki/index.php/Metrotranv%C3%ADa\\_de\\_Mendoza](http://ferropedia.es/mediawiki/index.php/Metrotranv%C3%ADa_de_Mendoza) (accessed 11.19.19).
- Metrotranvía de Mendoza ::: SATELITE FERROVIARIO [WWW Document], n.d. URL [https://www.sateliteferroviario.com.ar/horarios/local\\_mendoza.htm](https://www.sateliteferroviario.com.ar/horarios/local_mendoza.htm) (accessed 11.13.19).
- Ministerio de Minería - Gobierno de San Juan. [WWW Document], n.d. URL <http://mineria.sanjuan.gov.ar/> (accessed 10.4.19).
- MODELIZACIÓN DEL SISTEMA DE MOVILIDAD/TRANSPORTE, n.d. . Plan Especial de Ordenación del Transporte de Tenerife 37.
- MOLINA CASTAN, A.J., 2018. TRABAJO FINAL: Sistema BRT, participación en la propuesta de ante-proyecto para una futura aplicación en la Ciudad de San Juan. Universidad Nacional de San Juan.
- Nacif, N.E., Espinosa, M. del P., Martinet, M.G., n.d. UNA CIUDAD OASIS DE ZONA SÍSMICA. Revista Iberoamericana de Urbanismo n°6 Dossier 8.
- Novales Ordax, M., Orro Arcay, A., Rodríguez Bugarín, M.D., 2002. Aplicaciones europeas del tren-tranvía, una nueva orientación del transporte público ferroviario. Revista de Obras Públicas 3424, 21 a 38.
- Observatorio - Ministerio de Gobierno de la Provincia de San Juan - Argentina [WWW Document], n.d. URL <http://gobierno.sanjuan.gob.ar/observatorio.html> (accessed 9.6.19).

- Ortúzar, J. de D., 2011. Modelling transport, 4th ed.. ed. John Wiley & Sons, Chichester [etc.].
- Perlita: dos fotos desde el aire con el antes y después del terremoto del '44 [WWW Document], n.d. . Diario de Cuyo. URL <https://www.diariodecuyo.com.ar/sanjuan/Perlita-dos-fotos-desde-el-aire-con-el-antes-y-despues-del-terremoto-del-44-20170114-0016.html> (accessed 10.13.19).
- Pizarro, A., 2005. BRT vs LRT - Comparación de tecnologías para ejes de transporte publico masivotransporte publico masivo.
- PLAN DE EJECUCIÓN METROPOLITANO GRAN MENDOZA, 2013. . Ministerio de Hacienda - Gobierno de Mendoza.
- Plan de Ordenamiento Territorial del Área Metropolitana de San Juan, 2015. . Ministerio de Infraestructura, San Juan.
- Portada - Revista VÍA LIBRE - Fundación de los Ferrocarriles Españoles [WWW Document], n.d. URL <https://www.vialibre.org/> (accessed 11.27.19).
- POSTES PARA TRANVÍA, n.d. . INDUSTRIAS JOVIR, S.L. URL <http://www.jovir.es/Jovir/tranvia/> (accessed 11.28.19).
- Recorridos de Ómnibus [WWW Document], n.d. URL <http://serviciosmingobierno2.sanjuan.gob.ar/tyt/index.php/omnibus/89-recorridos> (accessed 10.29.19).
- Reorganizarán las paradas de transporte público para brindar un mejor servicio [WWW Document], n.d. . Diario de Cuyo. URL <https://www.diariodecuyo.com.ar/sanjuan/Reorganizaran-las-paradas-de-transporte-publico-en-Capital-para-brindar-un-mejor-servicio-20180716-0076.html> (accessed 10.31.19).
- Revista Vía Libre, 2002. Presentada la primera unidad del Trambaix de Barcelona.
- Reyes Schade, E.J., 2011. El Modelo Barcelona de Espacio Público y Diseño Urbano: El Espacio Público en la Inserción del Tranvía. El caso de Trambesòs. Universitat de Barcelona.
- Riol, R., 2015. Comparativa: ¿Tranvía o autobús para la Diagonal? ecomovilidad.net. URL <https://ecomovilidad.net/barcelona/comparativa-tranvia-o-autobus-para-la-diagonal/> (accessed 11.15.19).
- Román Lozano, N., 2018. Proyecto de electrificación y señalización entre los PP.KK. 33/169 y 36/559 del tramo de vía Torrente-Picassent de la red de metro de FGV en Valencia (España) (TFM). Universitat Politècnica de València.
- San Juan al Mundo [WWW Document], n.d. URL <http://sanjuanalmundo.org/index.php> (accessed 12.4.19).
- San Juan: Las cinco paradas más caóticas dentro del microcentro » REVISTA COLECTIBONDI | La Primer Revista de Bondis, 2018a. . REVISTA COLECTIBONDI | La Primer Revista de Bondis. URL <https://www.revistacolectibondi.com.ar/2018/07/19/san-juan-las-cinco-paradas-mas-caoticas-dentro-del-microcentro/> (accessed 10.31.19).
- San Juan [WWW Document], 2018b. . Argentina.gob.ar. URL <https://www.argentina.gob.ar/secretaria-de-planificacion-territorial-y-coordinacion-de-obra-publica/planes-locales/san-juan> (accessed 9.5.19).
- Sartori, D., Europäische Kommission (Eds.), 2015. Guide to cost-benefit analysis of investment projects: economic appraisal tool for cohesion policy 2014 - 2020, Dec. 2014. ed. Publ. Office of the Europ. Union, Luxembourg.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable [WWW Document], n.d. URL <http://ambiente.sanjuan.gob.ar/> (accessed 11.20.19).
- Sentagne, M.E., Solera, E., Roses, M.E., Laciari, M., 2010. La imagen moderna de la ciudad de San Juan 16.
- Servicios Provinciales de San Juan, de Transporte automotor de pasajeros. Colectivos y ómnibus,. Servicios de corta, media y larga distancia provincial [WWW Document], n.d. URL [https://www.bus-america.com/AREmp\\_lin/SanJuan/SanJuan.htm](https://www.bus-america.com/AREmp_lin/SanJuan/SanJuan.htm) (accessed 10.29.19).

- SISMICIDAD DE LA REPÚBLICA ARGENTINA, 2019. . Instituto Nacional de Prevención Sísmica - INPRES.
- Suñeres, G.M., 2004. Distribución de los suelos en función del relieve y de la neotectónica en la región sureste de la provincia de San Juan 9.
- Technische Daten: ALSTOM CITADIS 302 / 402 [WWW Document], n.d. URL [http://www.strassenbahn-online.de/Betriebshof/LF100/CITADIS\\_x02\\_Technische\\_Daten/index.html](http://www.strassenbahn-online.de/Betriebshof/LF100/CITADIS_x02_Technische_Daten/index.html) (accessed 12.11.19).
- Tejada, H., n.d. Accesibilidad geográfica y justicia espacial en la provisión de servicios básicos comunes en el Gran San Juan 17.
- TEMATICA AMBIENTAL EN LA REGION ANDINA ARGENTINA [WWW Document], n.d. URL <https://www.mendoza-conicet.gov.ar/ladyot/catalogo/cdandes/start.htm> (accessed 10.3.19).
- Trams and light rail [WWW Document], n.d. . siemens.com Global Website. URL <https://new.siemens.com/global/en/products/mobility/rail-solutions/rolling-stock/trams-and-light-rail.html> (accessed 11.25.19).
- Tranvía de Cuenca, Ecuador, n.d. URL <https://www.eoi.es/blogs/merme/tranvia-de-cuenca-ecuador/> (accessed 12.10.19).
- Trenes Argentinos [WWW Document], 2016. . Argentina.gov.ar. URL <https://www.argentina.gov.ar/transporte/trenes> (accessed 11.21.19).
- Trujillo, M., 2011. BeatlEd y Slash\_; Comparación de Costos Estratégicos Metro Convencional-Tranvia-Metropolitano. Metro Trujillo (La Libertad). URL <https://metrotrujillo.blogspot.com/2011/02/beatled-y-slash-comparacion-de-costos.html> (accessed 11.15.19).
- UNIDE, n.d. URL <https://web.sanjuan.gov.ar/unide/> (accessed 11.22.19).
- Vásquez, M.J., n.d. EL CRECIMIENTO DEL ÁREA GRAN SAN JUAN Y LA EVOLUCIÓN DE LA PLANTA URBANA EN LOS ÚLTIMOS 60 AÑOS. 15.
- Venir en auto al centro: no se sabe con exactitud el déficit de estacionamientos [WWW Document], n.d. . Diario de Cuyo. URL <https://www.diariodecuyo.com.ar/economia/Venir-en-auto-al-centro-no-se-sabe-con-exactitud-el-deficit-de-estacionamientos-20180407-0045.html> (accessed 10.31.19).
- Vialidad Nacional [WWW Document], 2018. . Argentina.gov.ar. URL <https://www.argentina.gov.ar/transporte/vialidad-nacional> (accessed 10.30.19).
- Vuelve la polémica por la cantidad de empleados de la EPTM - MDZ Online [WWW Document], 2018. URL <https://web.archive.org/web/20180622064143/https://www.mdzol.com/nota/670812-vuelve-la-polemica-por-la-cantidad-de-empleados-de-la-eptm/> (accessed 11.15.19).
- Zamorano Martín, C., Bigas Serrallonga, J.M., Sastre González, J., 2008. Tranvías, metros ligeros y sistemas en plataforma reservada. Puntos clave para su proyecto e implantación. Revista de Obras Públicas 3487, 59 a 74.