



## Estudio de Demanda para el Proyecto de la Línea 4 del tren ligero de Guadalajara



Infraestructura  
y Obra Pública

(SIOP-F-SRP-SER-CI-617-2019)



**Cuarto Informe: Informe Final**

13/12/2019

© Confidencial para uso exclusivo del Gobierno del Estado de Jalisco e IKONS. Prohibida su reproducción.

## Contenido

<b>1. Resumen Ejecutivo .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Introducción .....</b>	<b>59</b>
<b>3. Área de Influencia del Estudio de Demanda de la Línea 4 .....</b>	<b>63</b>
<input type="checkbox"/> <i>Uso de Suelo del área de Influencia .....</i>	63
<input type="checkbox"/> <i>Atractores de Viajes.....</i>	64
<b>4. Características físicas de la Oferta (Inventario) .....</b>	<b>69</b>
<input type="checkbox"/> <i>Geometría de Vialidades .....</i>	69
<input type="checkbox"/> <i>Tipo y Estado de Conservación del Pavimento .....</i>	76
<input type="checkbox"/> <i>Condiciones del Señalamiento .....</i>	98
<input type="checkbox"/> <i>Infraestructura de Transporte Público.....</i>	119
<b>5. Resultados de Estudio de Demanda Línea 4 .....</b>	<b>121</b>
<input type="checkbox"/> <i>Definición de estaciones para estudios .....</i>	122
<input type="checkbox"/> <i>Definición de la Hora de Máxima Demanda .....</i>	123
<input type="checkbox"/> <i>Aforo vehicular.....</i>	123
<input type="checkbox"/> <i>Transporte Público.....</i>	180
<input type="checkbox"/> <i>Transporte Individualizado.....</i>	225
<input type="checkbox"/> <i>Encuesta Origen Destino.....</i>	227
<input type="checkbox"/> <i>Líneas de Deseo.....</i>	231
<input type="checkbox"/> <i>Preferencia Declarada .....</i>	233
<b>6. Modelo de Simulación de la Situación Actual (Calibración) .....</b>	<b>234</b>
<input type="checkbox"/> <i>Metodología .....</i>	234
<input type="checkbox"/> <i>Demanda del modelo en situación actual .....</i>	241
<input type="checkbox"/> <i>Hora de Máxima Demanda del periodo Matutino.....</i>	241
<input type="checkbox"/> <i>Hora Valle.....</i>	242

<input type="checkbox"/>	<i>Hora de Máxima Demanda del periodo Vespertino .....</i>	243
<input type="checkbox"/>	<i>Demanda Diaria Situación Actual 2019 .....</i>	243
<b>7.</b>	<b>Demanda del sistema con proyecto .....</b>	<b>245</b>
<input type="checkbox"/>	<i>Hora de Máxima Demanda del periodo Matutino.....</i>	245
<input type="checkbox"/>	<i>Hora Valle .....</i>	246
<input type="checkbox"/>	<i>Hora de Máxima Demanda del periodo Vespertino .....</i>	247
<input type="checkbox"/>	<i>Demanda diaria del sistema Situación con Proyecto 2024.....</i>	248
<input type="checkbox"/>	<i>Demanda del corredor Troncal .....</i>	249
<input type="checkbox"/>	<i>Comportamiento de la demanda en el horizonte del tiempo.....</i>	252
<b>8.</b>	<b>Propuesta del Sistema de Transporte Línea 4 .....</b>	<b>254</b>
<input type="checkbox"/>	<i>Corredor Troncal.....</i>	258
<input type="checkbox"/>	<i>Sección de la vía .....</i>	259
<input type="checkbox"/>	<i>Estaciones y terminales.....</i>	260
<input type="checkbox"/>	<i>Diseño de las estaciones.....</i>	264
<input type="checkbox"/>	<i>Tipo de estaciones.....</i>	264
<input type="checkbox"/>	<i>Costos paramétricos de las estaciones .....</i>	268
<b>9.</b>	<b>Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>270</b>
<b>10.</b>	<b>Bibliografía consultada y Anexos.....</b>	<b>272</b>

## 1. Resumen Ejecutivo

---

El presente documento tiene por finalidad presentar a la Secretaría de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, el Informe Final del Estudio de Demanda de la Línea 4 de Guadalajara realizado por IKONS Infraestructura y Servicios SA de CV, en el cual se presentan los resultados del Estudio de Demanda realizado, y a partir de estos resultados una propuesta para el reordenamiento del sistema de transporte público de la ciudad, así como el diseño funcional, operativo y conceptual de la Línea 4, incluyendo sus estaciones. Finalmente se presentan recomendaciones y conclusiones para las etapas siguientes de este proyecto.

### Procedimiento general para realización del estudio

Los objetivos planteados para el Estudio de Demanda de la Línea 4 del Tren Eléctrico de Guadalajara reportados en el presente informe son:

- Identificación del área de Influencia del Estudio de Demanda
- Presentación de las características físicas de la Oferta
- Presentación de los resultados del Estudio de Demanda
- Propuesta del Sistema de Transporte Línea 4

Cabe destacar que con la finalidad de poder establecer la demanda de pasajeros que presentará la Línea 4, se realizó la caracterización y el análisis del sistema de transporte público que recorre actualmente el tramo del proyecto de línea 4 el cual es un sistema masivo ferroviario denominado Tren-Tram, en sus aspectos estructurales, operacionales y de costo a partir de las encuestas realizadas.

Además, se realizó un diagnóstico de la demanda del transporte suburbano en los principales puntos de ascenso y descenso, a partir de la recopilación de información de la Dirección de Transporte y análisis de IKONS de las mediciones en campo.

La información de la oferta y demanda del transporte urbano se analizó mediante un proceso de verificación y validación de la información que contempló:

- Inventario de la información. Contempló la revisión de los trabajos realizados conforme la información necesaria para realizar el modelo de demanda, verificando los insumos básicos para la generación de los modelos.
- Análisis de la información. Contempló la validación de la información conforme a los datos actuales de operación del transporte público.
- Confiabilidad de la información. Contempló la veracidad de la información obtenida el estudio de campo.
-

Es importante considerar que la implementación de este sistema de transporte masivo representara un cambio en el esquema empresarial y de prestación de servicio con respecto al transporte público colectivo que actualmente se presta en Guadalajara. El cual estará compuesto por:

- Una infraestructura física
- Un sistema operativo eficiente.
- Un sistema de recaudo moderno.

Los trabajos de campo que se han realizado para la recopilación de la información necesaria para el Modelo de Demanda del Transporte se basan en dos tipos de estudios:

#### Estudios de Oferta:

- 1) Inventario de la Geometría de las vialidades.
  - a. Secciones transversales.
  - b. Trazo y sentidos de circulación.
- 2) Inventario del tipo y estado de conservación del pavimento.
- 3) Inventario y condiciones del Señalamiento Horizontal.
- 4) Inventario y condiciones del Señalamiento Vertical.
- 5) Inventario y características de los dispositivos del Control de Tránsito.
- 6) Infraestructura actual del Transporte Público.
- 7) Inventario de las rutas en operación en el área de influencia del corredor troncal.
- 8) Estudio de Frecuencia y nivel de ocupación para 14 estaciones sobre el corredor troncal.

#### Estudios de Demanda:

- 1) Estudio de Encuesta Origen Destino
- 2) Estudio de ascenso y descenso sobre las rutas en operación que circulan por el corredor troncal.
- 3) Estudios de aforos vehiculares del tipo direccionales en los principales entronques del corredor troncal.

A partir de los estudios mencionados se modeló la demanda de transporte donde:

1. Se realizó el análisis de la información con la finalidad de validar los insumos necesarios para el Modelo:
  - Análisis de la Zonificación territorial.
  - Análisis de la Matriz de Origen – Destino resultante de la Encuesta realizada.

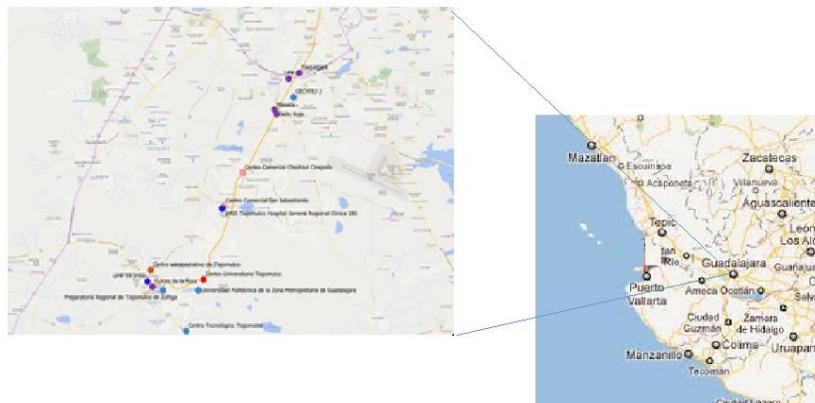
2. Se identificaron los Sistemas de Transporte Urbano que tienen o tendrán una interacción con la Línea 4.
3. Se elaboró un Modelo de Demanda del Transporte el cual fue simulado en la plataforma del software PTV VISUM.

Permitiendo con este proceso obtener los resultados de Demanda objeto de este estudio.

### Área de Influencia del Estudio de Demanda

El Área Metropolitana de Guadalajara (AMG) se localiza en la parte central del estado de Jalisco y oficialmente la conforman ocho municipios, de los cuales seis se consideran como centrales y dos como exteriores, los cuales, aunque son considerados dentro del Área Metropolitana no forman parte de su continua mancha urbana, siendo estos los de Juanacatlán e Ixtlahuacán de los Membrillos. El Gobierno del Estado de Jalisco a 2013<sup>1</sup> estimó contar con una población a 2013, de 4.641.511 habitantes en los 2.734 km<sup>2</sup> del AMG, lo cual permite vislumbrar que la densidad poblacional de 1,622 habitantes por km<sup>2</sup> a dicho año, como resultado de crecimientos quinquenales en torno de 1.7%, siendo Guadalajara el municipio más poblado con cerca de 1.5 millones de habitantes. El AMG es la segunda zona metropolitana con mayor población, detrás del Valle de México.

*Mapa 1 Localización Geográfica del Estudio*



Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que el trazo de la línea 4 del Tren Eléctrico Urbano comunicará al sur de la ciudad de Guadalajara a través del corredor de la vía ferroviaria a Manzanillo, ofreciendo una nueva opción de transporte público masivo en esta, por lo anterior el área del Estudio de Demanda se circunscribe a un radio de un kilómetro a ambos lados del trazo de Línea 4, tal como se muestra en el Mapa 2<sup>a</sup>, encontrándose en esta zona la presencia de áreas

<sup>1</sup> Información a partir de Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI la cual estimó 4.434.878 habitantes en el AMG, <https://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/guadalajara>

agrícolas, zonas habitacionales consolidadas y otras en consolidación y centros industriales.



**Fuente: Elaboración propia**

Además en el área de influencia del proyecto de la Línea 4 del Tren Eléctrico de Guadalajara se encuentran diversos usos de suelo, en donde predomina el uso habitacional con diferentes clasificaciones, tales como la vivienda de tipo medio / popular en el sur de Tlaquepaque, como inicio de la parte periférica del AMG, así como residencial alto en el poniente de Tlajomulco junto al municipio de Zapopan y los conjuntos habitacionales de vivienda social en el centro y sur del Tlajomulco, los cuales conviven con zonas agrícolas productivas entre otras zonas industriales ubicadas al norte de la zona.

Los atractores dentro del área de influencia, se encontraron 15 elementos de mayor atracción de viajes:

1. Tlaquepark, (parque industrial),
2. Nave industrial de grupo Lala,
3. Nave industrial Maseca,
4. Nave industrial Sello Rojo,
5. Nave industrial de la Rosa,
6. CECYTEJ 2,
7. Universidad Politécnica,
8. Preparatoria Regional de Tlajomulco,
9. Centro Tecnológico de Tlajomulco,
10. Proyecto Centro Universitario de Tlajomulco,
11. UMF 59 del IMSS,
12. Clínica General Regional del IMSS 180,
13. Centro Comercial Cinépolis Chedraui,
14. Centro Comercial San Sebastianito y
15. Ayuntamiento Municipal de Tlajomulco

### Características Físicas de la Oferta

- **Características generales**

Se encontraron aspectos relevantes de la información recabada en campo, referente a las características físicas y operativas, que permitieron desarrollar el diagnóstico que estableció las líneas para optimizar la operación del sistema.

Para la realización del inventario de la oferta fueron levantadas las secciones del corredor; el tipo y estado de conservación del pavimento, señalamiento horizontal y vertical a lo largo de los 20 kilómetros que comprende el corredor, así como los siete tramos adicionales considerados como trazos alternativos.

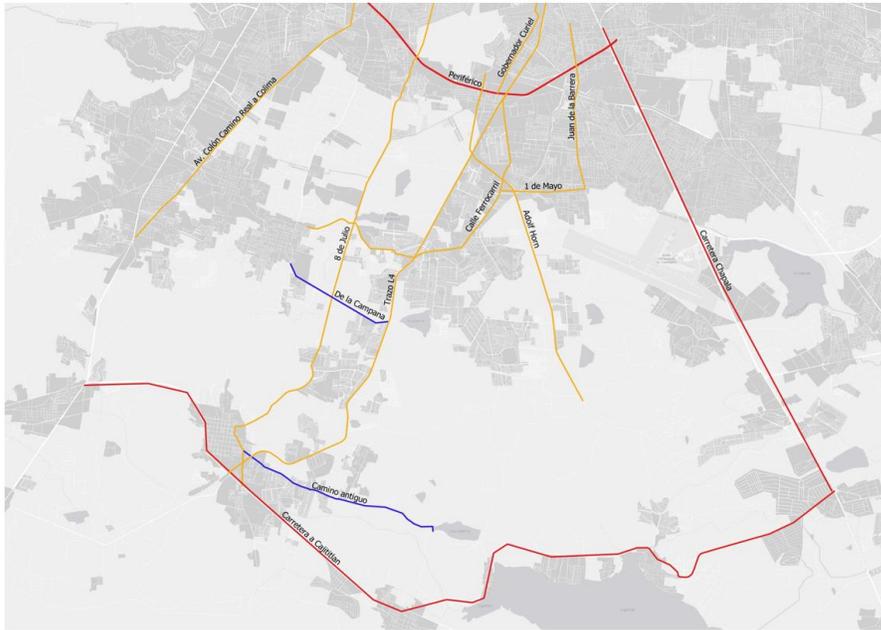
Este apartado incluye los aspectos relevantes de la información recabada en campo, referente a las características físicas y operativas, con el fin de desarrollar el diagnóstico que establezca las líneas para optimizar la operación del sistema.

Para la realización del inventario de la oferta fueron levantadas las secciones del corredor; el tipo y estado de conservación del pavimento, señalamiento horizontal y vertical a lo largo de los 20 kilómetros que comprende el corredor, así como los siete tramos adicionales considerados como trazos alternativos de acuerdo con lo siguiente:

- a. Trazo de Línea 4 (20 km)
  - 1. Juan de la Barrera (5.61 km)
  - 2. Gobernador Curiel (5.79 km)
  - 3. Ferrocarril (11.16 km)
  - 4. Cristobal Colón / Camino Real (14.1 km)
  - 5. Adolf B. Horn (12.2 km)
  - 6. 8 de julio (20.29 km)
  - 7. 1° de mayo (2.86 km)

Además, la zona se integra por la siguiente jerarquía de vialidades de los tramos analizados, así como de las vías transversales al trazo de línea 4.

**Mapa 3 Jerarquía de Vialidades**



  
**Jerarquía de Vialidades**

- Locales
- Secundarias
- Primarias

*Fuente: Elaboración propia*

Las secciones transversales analizadas fueron las siguientes:

- a. Tramo 1 – Trazo Línea 4**
- b. Trazo Línea 4 – Gobernador Curiel**
- c. Trazo Línea 4 – Camino a Unión del 4**
- d. Trazo Línea 4 – Constitución**
- e. Tramo 2 – Antigua Carretera a Chapala / Juan de la Barrera**
- f. Tramo 3 – Gobernador Curiel**
- g. Tramo 4 – Ferrocarril / Concepción**
- h. Tramo 5 – Camino Real a Colima / Colón**
- i. Tramo 6 – Adolf B. Horn**
- j. Tramo 7 – 8 de julio**
- k. Tramo 8 – 1° de mayo**

▪ **Tipo de Pavimento de la Oferta**

**a. Tramo 1 – Línea 4**

En el tramo fueron identificados cuatro diferentes tipos de pavimento; concreto hidráulico, asfalto, empedrados y terracerías.

**b. Tramo 2 – Juan de la Barrera / Antigua carretera de Chapala**

En el tramo fueron identificados dos tipos distintos de pavimento; concreto hidráulico y asfalto.

**c. Tramo 3 – Gobernador Curiel**

En el tramo fue identificado la presencia de pavimento, así como concreto hidráulico.

**d. Tramo 4 – Ferrocarril**

En el tramo fueron identificados tres diferentes tipos de pavimento; asfalto, concreto hidráulico y empedrado.

**e. Tramo 5 – Colón / Camino Real de Colima**

En el tramo fue identificado dos tipos de pavimento; concreto hidráulico y pavimento de asfalto. El concreto hidráulico se localiza al norte del periférico.

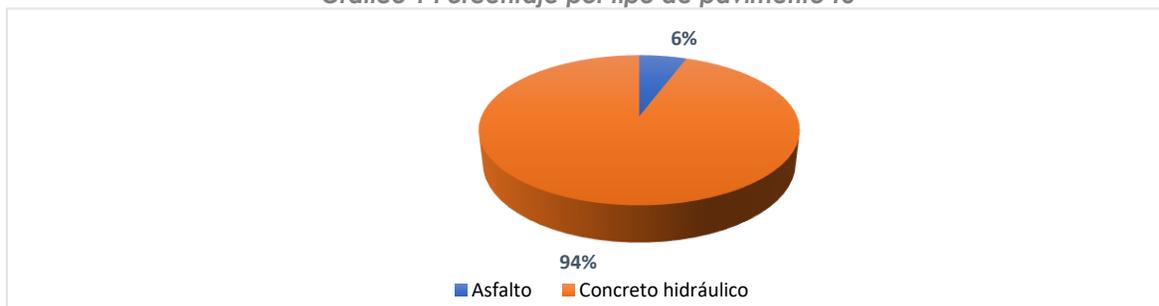
**f. Tramo 6 – Adolf B. Horn**

En el tramo fue identificado dos diferentes tipos de pavimento; concreto

**g. Tramo 7 – 8 de Julio**

En el tramo fue identificado tres tipos de pavimentos; pavimento asfáltico, pavimento de concreto hidráulico y pavimento de concreto estampado, este último ubicado en el centro de la cabecera municipal de Tlajomulco.

Gráfico 1 Porcentaje por tipo de pavimento T8



Fuente: Elaboración propia

#### ▪ **Presencia y Tipo de Daños en el Pavimento**

Se encontraron en todos los tramos dos tipos de daños; de línea y de punto. Aquellos daños de línea consideran degradaciones, deformaciones, desprendimientos de la superficie de rodamiento, roderas, fisuras longitudinales y piel de cocodrilo, mientras que aquellos de punto son baches y fisuras transversales.

#### ▪ **Condiciones del Señalamiento de Líneas y Pictogramas<sup>2</sup>**

Se encontraron en todos los tramos tres diferentes categorías de condiciones:

- Bueno, referente a que se encuentra en las mejores condiciones.
- Regular, referente a que el señalamiento sufre algún tipo de deterioro.
- Malo, referente a que el señalamiento se encuentra en las peores condiciones, incluso que no sea visible para los usuarios.

#### ▪ **Señalamiento Horizontal**

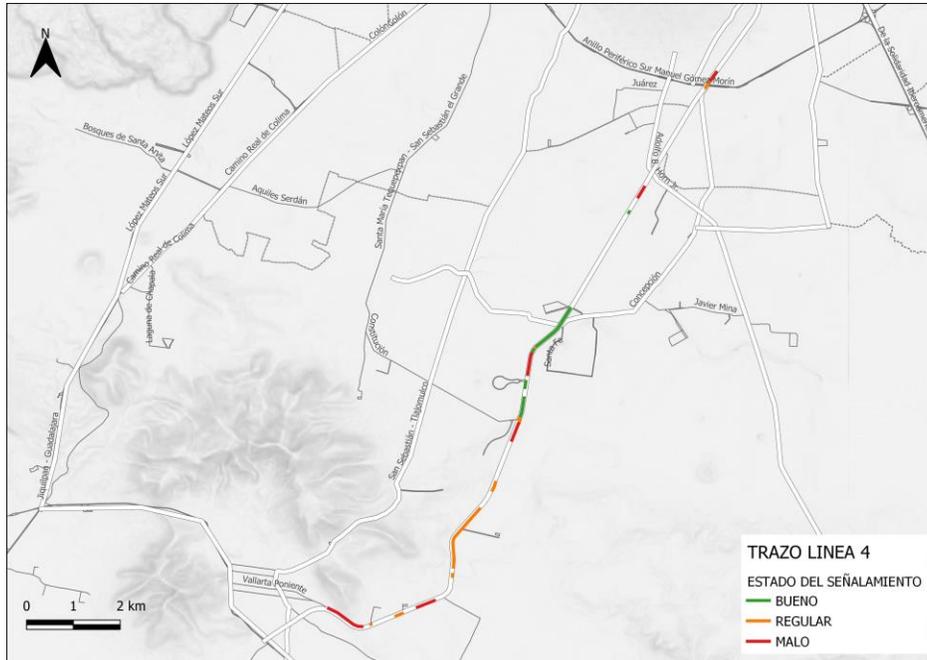
El levantamiento del señalamiento horizontal y su posterior clasificación por estado de conservación se realizó en dos categorías: rayas y pictogramas. Entre las rayas se encuentran las rayas separadoras de carriles y las rayas a los costados de la vía, mientras que dentro de los pictogramas se encuentran las zonas de cruce peatonal, flechas y discos de velocidad, por mencionar los más importantes.

#### **Tramo 1 – Línea 4**

En el Mapa 4 se muestra la ubicación y el estado físico en que se encuentra el señalamiento horizontal del tramo. La sección norte del tramo carece de señalamiento y el que existe se encuentra en malas condiciones. En este tramo no fueron encontrados pictogramas de señalamiento horizontal.

- 
- <sup>2</sup> Líneas, se refiere a las demarcaciones que delimitan los carriles vehiculares, líneas continuas a la derecha e izquierda de la vía, líneas canalizadoras y las rayas de alto. Estas fueron calculadas por su longitud.
  - Pictogramas, se refiere a las marcas de piso como; flechas, discos de velocidad y paradas de bus. Estas fueron calculadas por medio de puntos.

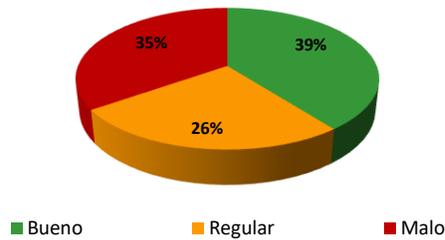
**Mapa 4 Ubicación y estado del señalamiento horizontal del T1 – Trazo Línea 4**



Fuente: Elaboración propia

En el Grafico 2 se muestran los porcentajes del estado de conservación del señalamiento; el 39% de las señales se encuentran en buen estado, el 26% se encuentran en estado regular, mientras que el 35% restante de las señales se encuentra en malas condiciones.

**Gráfico 2 Estado de conservación de las rayas del T1**

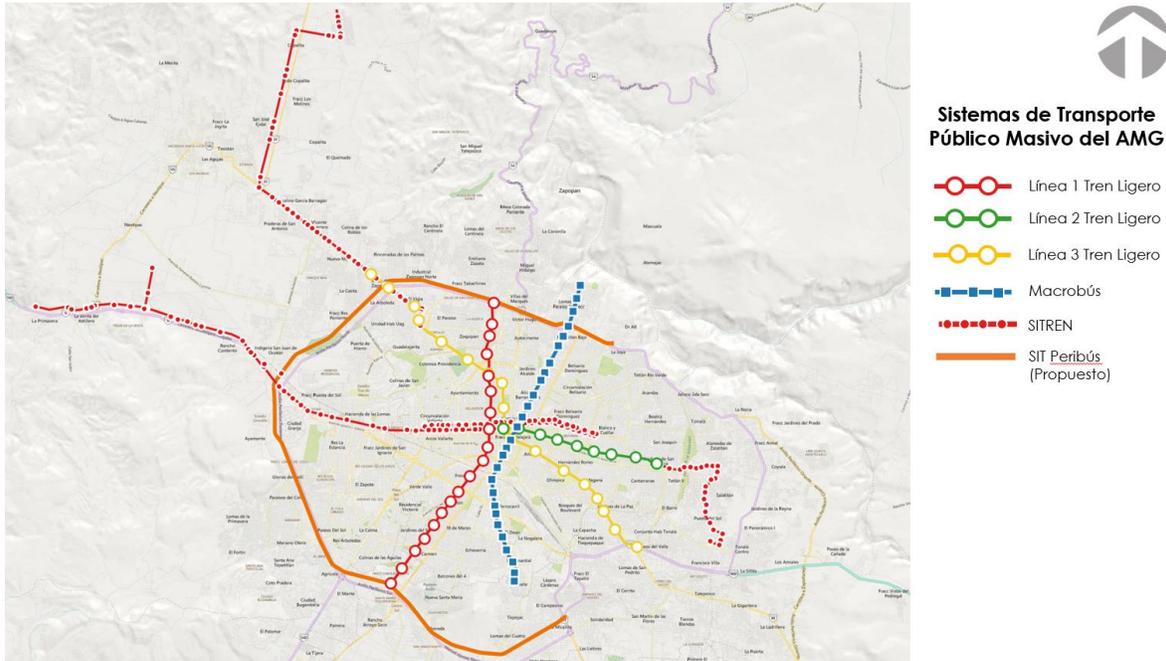


Fuente: Elaboración propia

▪ **Infraestructura de Transporte Público del AMG**

El AMG posee actualmente una oferta de 4 tipos de transporte masivo, el Mapa 5 muestra los diferentes sistemas dentro del Área Metropolitana de Guadalajara, la cual cuenta con tres líneas de tren ligero, una línea de BRT Macrobús y un sistema de autobuses y trolebuses Sitrén.

*Mapa 5 Sistemas de transporte Público Masivo en el Área Metropolitana de Guadalajara*



*Fuente: Elaboración propia*

El tren ligero se compone por dos líneas que cubren 24 kilómetros. Actualmente, la línea 3 se encuentra en un estado avanzado de construcción y la línea 4 se encuentra en proyecto. El Macrobus es un sistema de BRT que cuenta con una línea de 41.5 kilómetros que atraviesa la ciudad de norte a sur. El sistema Sitren, Sistema Integrado del Tren Ligero, se compone por autobuses y trolebuses en varios puntos de la ciudad, que cubren un área de 131.5 kilómetros. En la Tabla 1 se muestran los resúmenes de los sistemas de transporte público masivo.

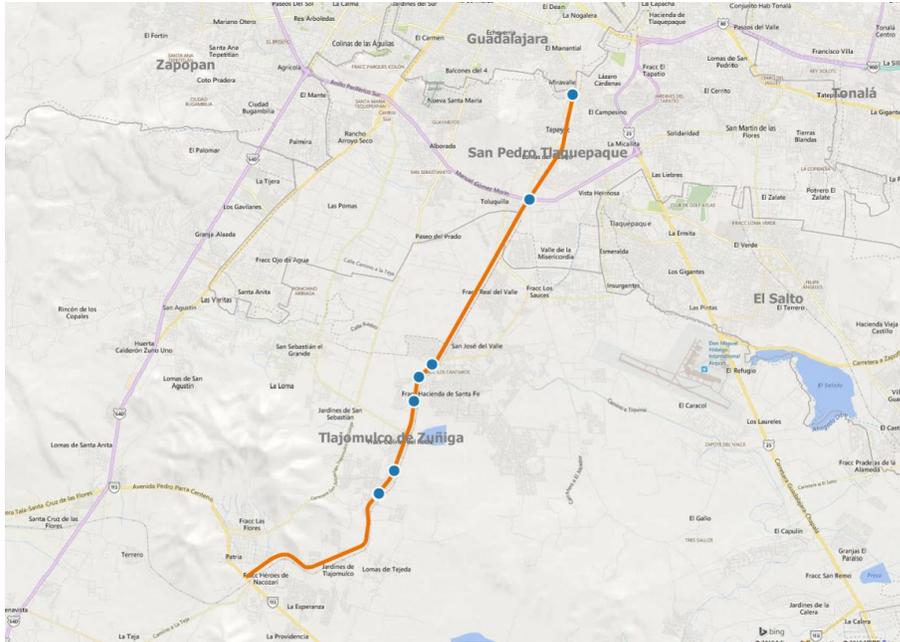
*Tabla 1 Infraestructura de transporte Público Masivo*

Sistema	Distancia (Km)	Número de Estaciones	Distancia promedio entre estaciones (metros)	Trenes a servicio	Capacidad	Forma de Pago	Costo de Viaje	tiempos de Recorrido de T1-T2	Servicio Express	Horario de Servicio
Línea 1	15.5	20	825	32 trenes	x/m2=304xC	Tarjeta	\$ 9.50	32 min	-	5:00 - 23:00
Línea 2	8.5	10	850	16 trenes	x/m2=220xC	Tarjeta	\$ 9.50	18 min	-	5:00 - 23:00
Línea 3	21.5	18	1200				ND			
Macrobus	41.5	27	292	41 autobuses	18m=160pax	Tarjeta	\$ 9.50	46 min	38 min	5:00 - 23:01
SITREN	131.5	184	SD			Tarjeta/efectivo	\$ 9.50			4:40 - 11:45

*Fuente: Elaboración propia*

A lo largo del trazo de línea 4 se ubicaron las diferentes paradas de bus existentes, las cuales se muestran en el Mapa 6, en donde se encontraron siete puntos de ascensos y descenso, entre los que se encuentran parabuses y/o señales verticales y horizontales.

**Mapa 6 Infraestructura de transporte público**



**Infraestructura de Transporte Público**

- Paradas
- Trazo Línea 4

Fuente: Elaboración propia

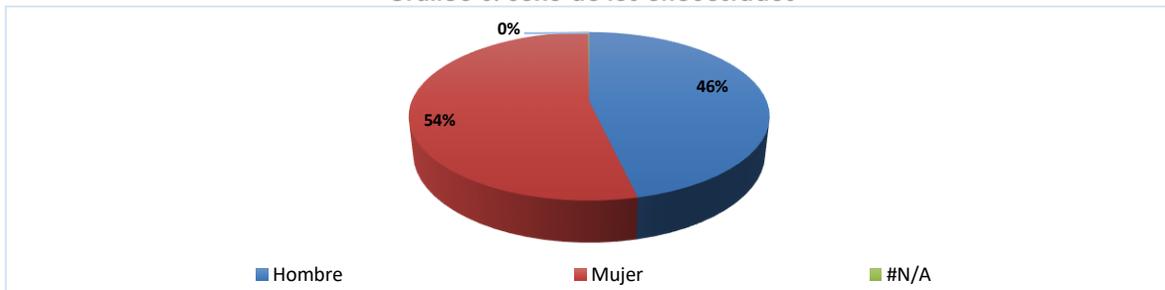
## Resultados del Estudio de Demanda

Con la finalidad de poder identificar la zonificación que cubre la demanda de la red de transporte público que actualmente existe sobre el troncal del proyecto, que impactan los resultados del Estudio de Demanda se realizaron estudios de campo a través de encuestas origen destino además de estudios de Frecuencia y ocupación visual, así como ascenso y descenso en 14 estaciones de las cuales se identificó que solo 11 captaran la mayor demandad de transporte publica dentro del corredor que se propone dentro del área de influencia.

### ▪ Encuesta Origen Destino

Se realizó un total de 3,421 encuestas, los cuales fueron completados en el 46% por hombres y el 54% restante por mujeres, con el fin de obtener un nivel de confiabilidad del 95%, se requirió dicho número de encuestas a partir de la población de las cuencas de captación, que asciende a 258,380 personas. Este número de muestra consideró una proporción de 5% de pérdidas de información

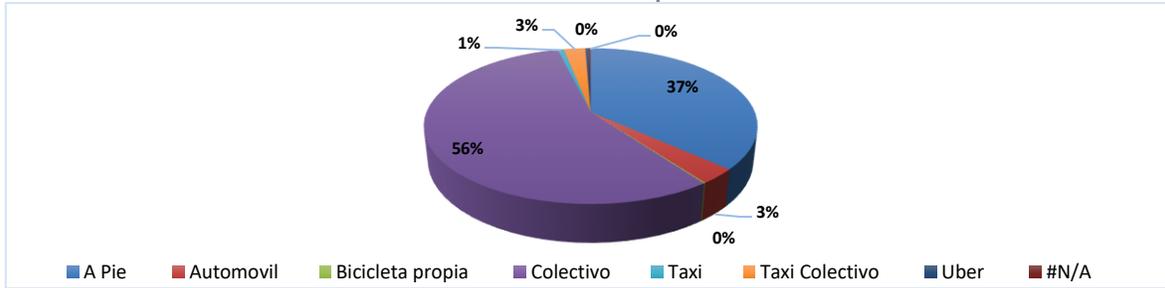
Gráfico 3: Sexo de los encuestados



Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que a partir del análisis de la información obtenida se obtuvo la zonificación Uno de los puntos de mayor importancia durante la realización de la encuesta origen destino es el referente al modo de transporte utilizado en el traslado, conforme a los datos recabados, se aprecia que el 56% de los encuestados, se mueven en transporte público para llegar a su destino deseado, seguidos de un 37% que se transportan a pie y 3% en vehículo particular.

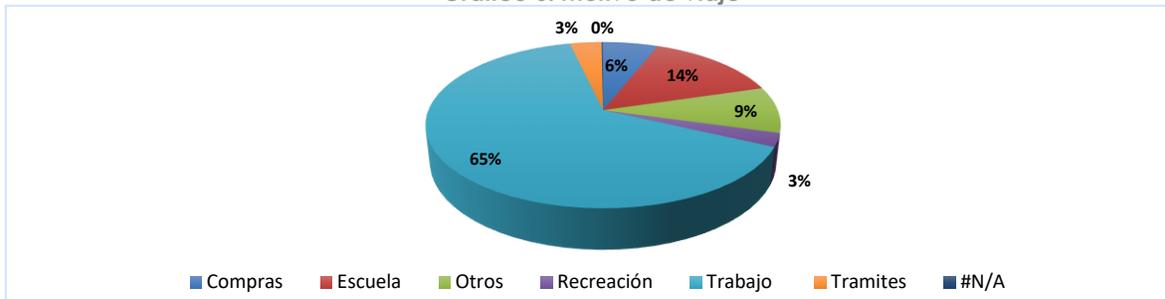
**Gráfico 4: Medio de transporte utilizado**



Fuente: Elaboración propia

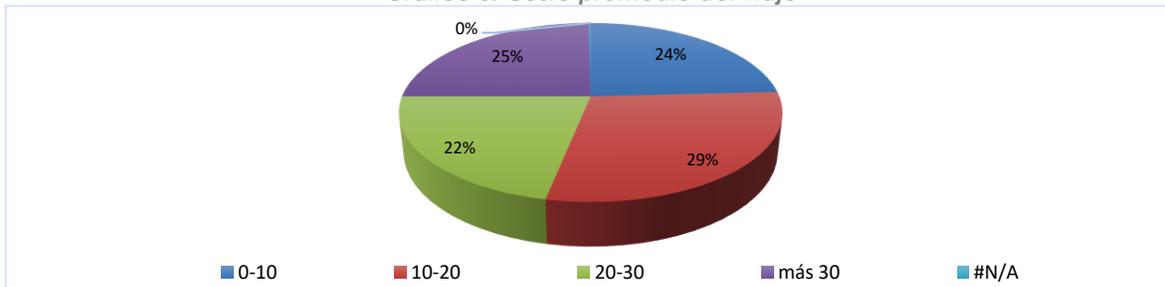
Una de las características más importantes en este tipo de ejercicios es el conocer el motivo de viaje, es este caso en específico, se encontró una importancia relativa en del 65% para el motivo trabajo, 14% escuela, 9, % otro y 6% para el motivo de compras, siendo estos los más importantes, en la siguiente ilustración se aprecia la composición de los motivos de viajes, como se muestra en el Gráfico 5.

**Gráfico 5: Motivo de viaje**



Fuente: Elaboración propia

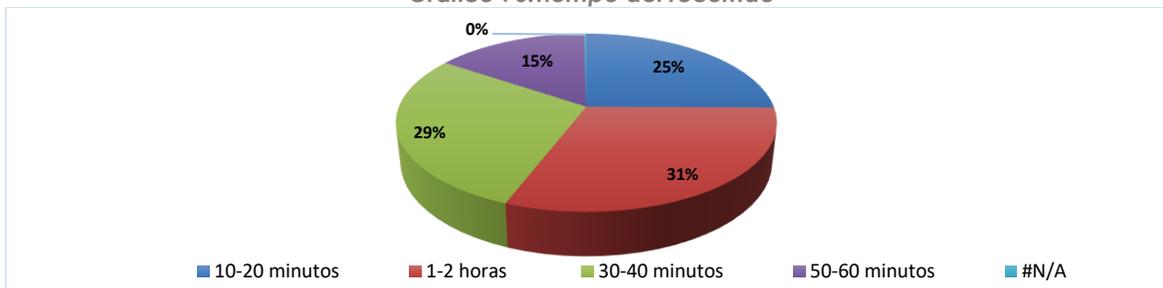
**Gráfico 6: Costo promedio del viaje**



Fuente: Elaboración propia

En el Grafico 73 se muestran los tiempos de recorrido de los viajes realizados por los encuestados. Se observa que el 31% realiza su recorrido en un periodo de entre una a dos horas y un 29% realiza su recorrido en un periodo de entre 30 y 40 minutos. En menor medida están el 25% con viajes de entre 10 y 20 minutos y el 15% con viajes entre 50 y 60 minutos.

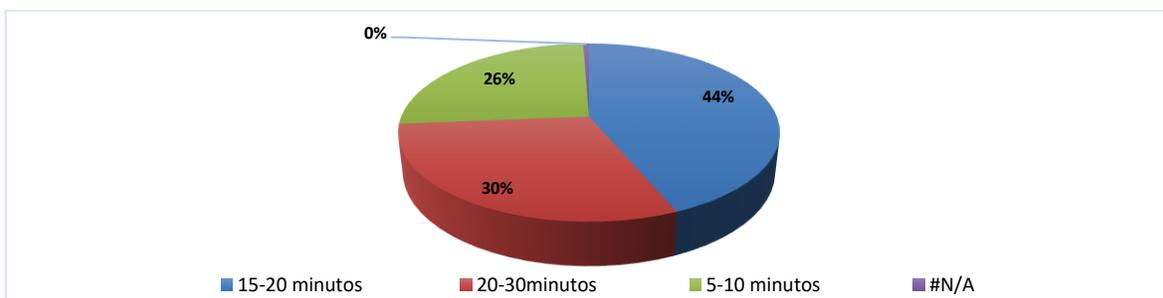
**Gráfico 73: Tiempo del recorrido**



Fuente: Elaboración propia

El 44% de los encuestados espera entre 15 y 20 minutos para poder abordar su unidad de transporte público, seguidos por el 30% que tarda entre 20 y 30 minutos y, finalmente el 26% que debe esperar entre 5 y 10 minutos, como se observa en el Gráfico 8

**Gráfico 8: Tiempo para abordar el autobús**

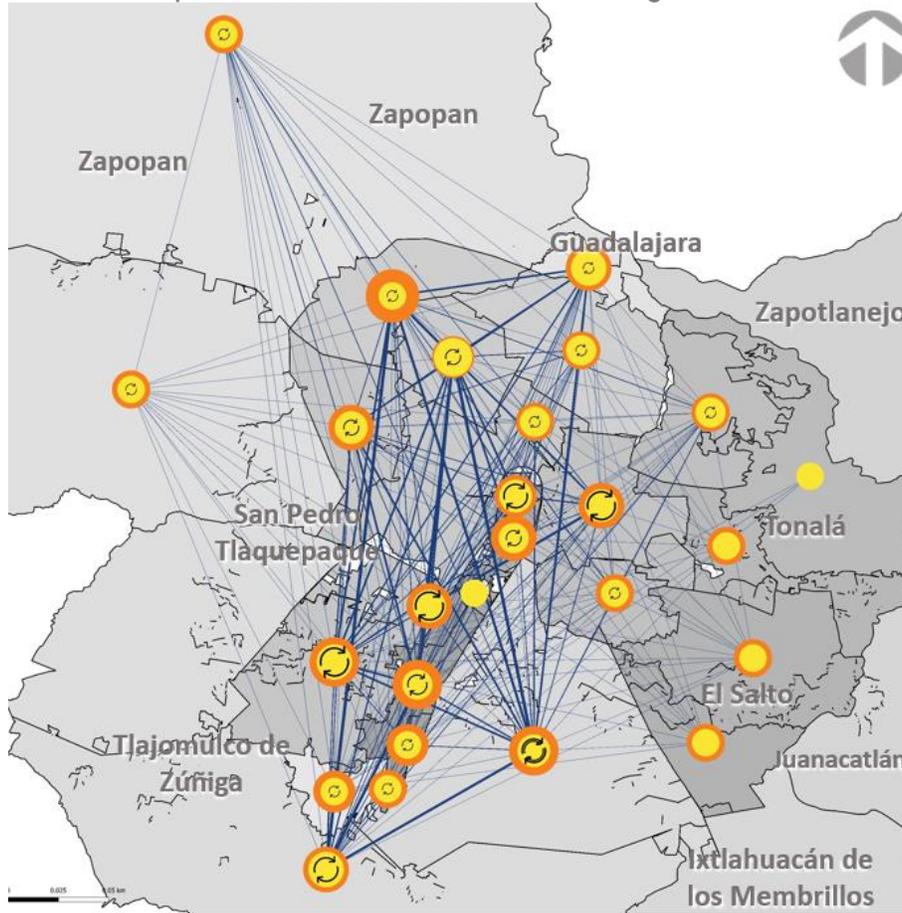


Fuente: Elaboración propia

En el Mapa 6 se observan las líneas de deseo arrojadas en la encuesta origen destino, las cuales fueron clasificadas por diferentes zonas dentro de los municipios. Se pueden ver las relaciones entre los municipios del Área Metropolitana de Guadalajara, siendo los municipios de Guadalajara, Zapopan, Tlajomulco y Tlaquepaque los que más relaciones presentan.

Las zonas que mayor cantidad de viajes producen se concentran en el oriente del AMG y en el norte de Zapopan, mientras que las zonas que mayor cantidad de viajes atraen se encuentran en el centro de Guadalajara, en la zona oriente de Zapopan y en el norte de Tlajomulco. La zona con más viajes producidos y atraídos al interior es el centro de Guadalajara.

Mapa 6: Líneas de Deseo de la Encuesta Origen Destino



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 2 se muestran la relación entre los municipios que cuentan con la mayor cantidad de viajes entre sí. Se observa que después de los viajes internos de Tlajomulco de Zúñiga y San Pedro Tlaquepaque, la mayor cantidad de viajes se realiza entre Tlaquepaque y Tlajomulco, Zapopan y Tlajomulco, Tlaquepaque y Guadalajara y Tlajomulco y Guadalajara.

*Tabla 2 Pares de viajes*

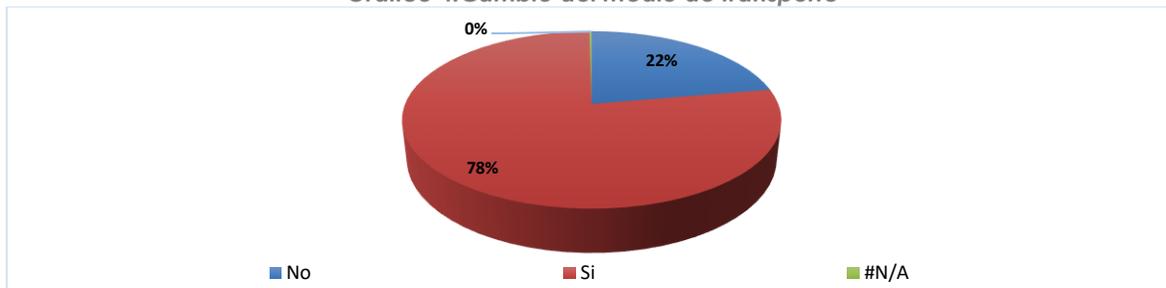
Origen	Destino	Viajes
Tlajomulco	Tlajomulco	641
San Pedro Tlaquepaque	San Pedro Tlaquepaque	405
San Pedro Tlaquepaque	Tlajomulco	291
Zapopan	Tlajomulco	290
San Pedro Tlaquepaque	Guadalajara	263
Tlajomulco	Guadalajara	243
Tlajomulco	San Pedro Tlaquepaque	165
Guadalajara	Tlajomulco	137
Tlajomulco	Zapopan	128
Zapopan	San Pedro Tlaquepaque	111

*Fuente: Elaboración propia*

▪ **Preferencia Declarada**

Como parte adicional a las encuestas se realizó la pregunta de preferencia declarada: ¿Cambiaría su medio de transporte por otro medio de transporte masivo? En el Gráfico 177 se muestra que el 78% estaría de acuerdo en cambiar su medio de transporte. El resultado es un gran indicador de la percepción de los usuarios de las condiciones actuales del transporte público de la necesidad por mejores sistemas.

*Gráfico 4: Cambio del medio de transporte*



*Fuente: Elaboración propia*

▪ **Zonificación del área de estudio**

Se realizó un análisis de zonificación de acuerdo con la conectividad de rutas de transporte estudiadas, tomando como base de referencia el Área Geoestadística Básica (AGEB) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía<sup>3</sup> las cuales son utilizadas para caracterizar geográficamente a una cierta cantidad de población. Permitiendo de esta manera concatenar y relacionar resultados e información demográfica en los Modelos de Demanda de Transporte. (Ortúzar, 2008)

Esta zonificación permitió la evaluación, análisis y universalidad de la información ante cambios políticos y territoriales. Además, la zonificación está relacionada con una clave de identificación que corresponde a cada par origen – destino, por lo que se tomará como referencia para este estudio

La zonificación quedó conformada por un total de siete municipios del AMG, agrupando un total de 71 zonas distribuidas por municipio como se muestra en la Tabla 12.

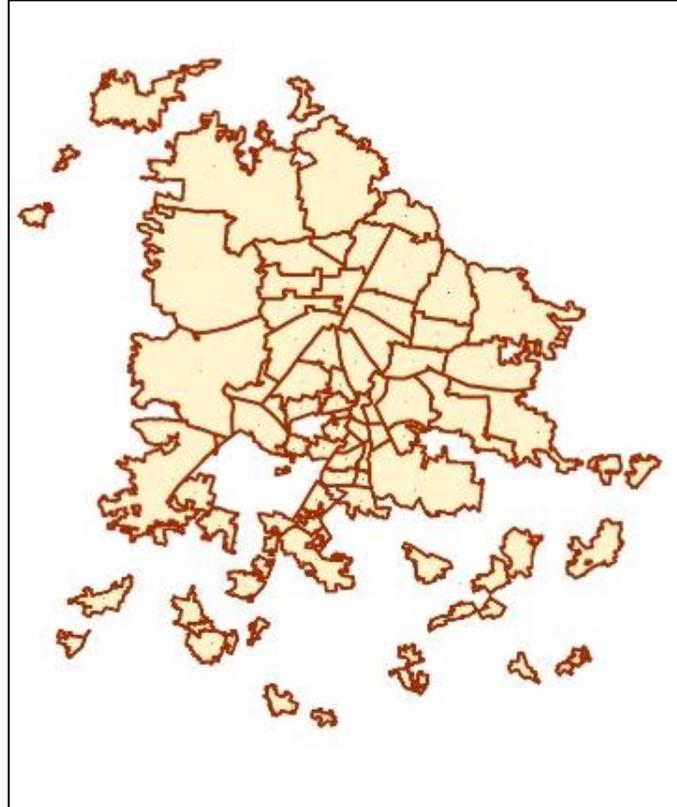
*Tabla 3 Distribución de zonas por municipios de la AMG*

CVE_MPO	MUNICIPIO	NO. ZONAS
039	Guadalajara	17
044	Ixtlahuacán de los Membrillos	1
070	El Salto	1
097	Tlajomulco de Zúñiga	21
098	San Pedro Tlaquepaque	24
101	Tonalá	3
120	Zapopan	4

*Fuente: Elaboración propia*

<sup>3</sup> AGEB, INEGI 2017

Mapa 7 Zonificación AMG

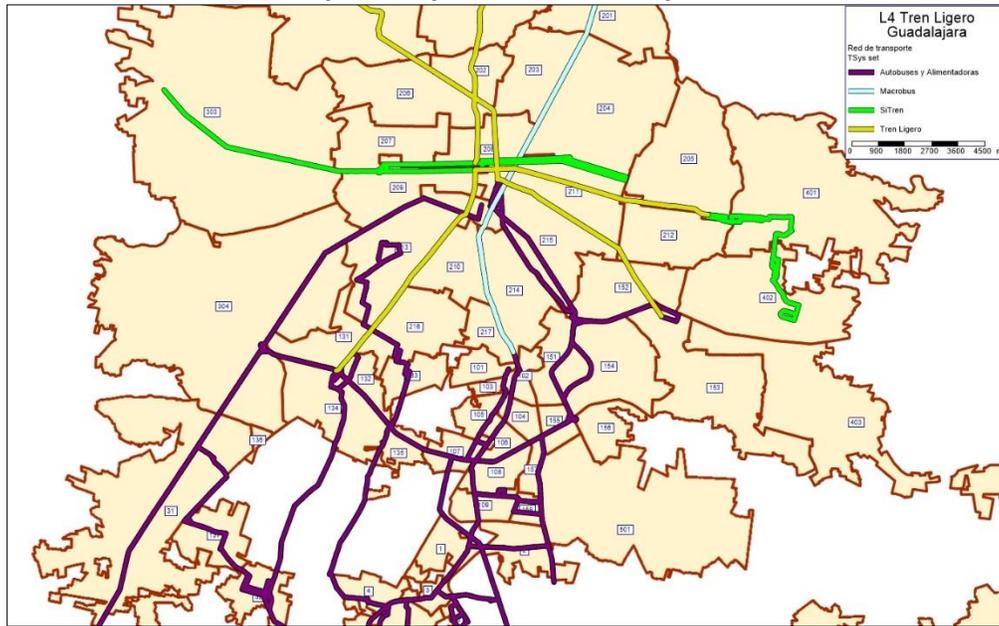


*Fuente: Elaboración propia*

Lo anterior permitió delimitar la demanda dentro de la zona de influencia del proyecto, así como la identificación de los tramos por los cuales circulan las rutas de transporte del área de estudio.

Definiendo de este modo una red de 5,420 enlaces, las cuales cuentan con sus características geométricas y operativas como el número de carriles y su velocidad.

**Mapa 8 Red por sistema de transporte**



*Fuente: Elaboración propia*

Los enlaces fueron identificados de acuerdo con el tipo de sistema de transporte principal al que presta el servicio.

**Tabla 3a Sistemas de Transporte**

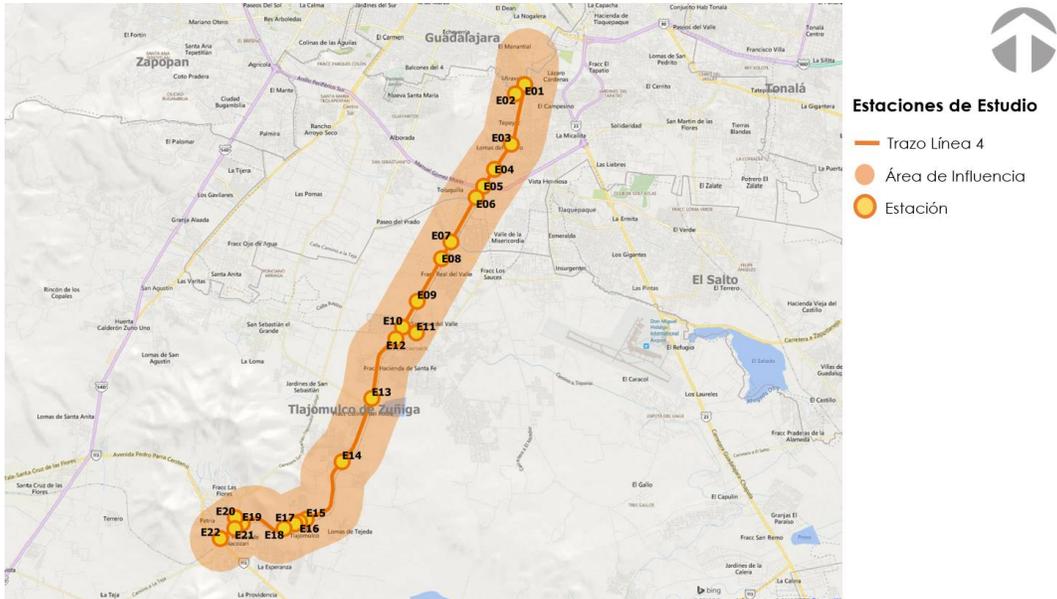
CODIGO	SISTEMA DE TRANSPORTE
A	Alimentadoras
B	Bus
M	Macrobús
ST	SiTren
TL	Tren Ligero
W	Walk

*Fuente: Elaboración propia*

▪ **Definición de estaciones para estudios**

En el Mapa 9 se muestra la ubicación de las 22 estaciones para la realización de los estudios de campo a lo largo del trazo propuesto. Se enumeran de norte a sur.

**Mapa 9 Ubicación de estaciones para estudios de campo**



**Estaciones de Estudio**

- Trazo Línea 4
- Área de Influencia
- Estación

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4 se muestra la ubicación de las estaciones, así como los estudios que se realizaron en cada una de ellas.

**Tabla 4 Estudios por estación**

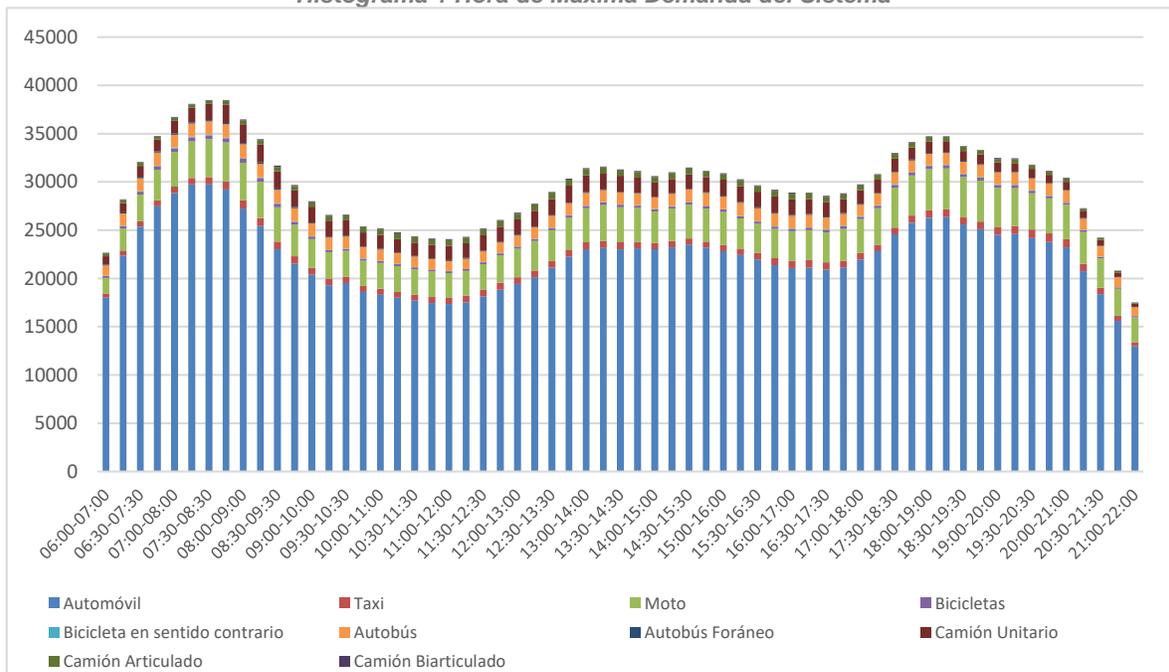
Estudios Realizados						
Estación	Ubicación	Aforo de Flujo	Aforo Direccional	Frecuencia de Paso y Ocupación Visual	Ascenso y Descenso de Pasajeros	Encuesta Origen Destino - Preferencia Declarada
E01	Gobernador Curiel - Arquitectura - Cardenal					
E02	Fray Angélico - Prol. Gobernador Curiel					
E03	Ferrocarril - Andrés Carreón					
E04	Ferrocarril - Artesanos					
E05	Periférico Sur - Ferrocarril					
E06	Ferrocarril - La Paz					
E07	Ferrocarril - Adolf B. Horn					
E08	Ferrocarril - Valle San Víctor					
E09	Ferrocarril - Líneas de Alta Tensión					
E10	Ferrocarril - De los Altos					
E11	Concepción - De las Américas					
E12	Ferrocarril - Concepción					
E13	San Sebastián el Grande - Camino a Unión del 4					A bordo
E14	Constitución Ote. - Luxemburgo					A bordo
E15	Constitución Ote. - Mega Empak					
E16	Constitución Ote. - Av. Del Almendro					
E17	Constitución Ote. - Ferrocarril					
E18	Constitución Oriente - Cortijo					
E19	Prolongación Mariano Escobedo - Ferrocarril					
E20	Mariano Escobedo - Higuera					
E21	Higuera - Ferrocarril					
E22	Ferrocarril - Circuito Metropolitano					

Fuente: Elaboración propia

▪ **Definición de la Hora de Máxima Demanda**

La hora de máxima demanda del sistema fue obtenida a partir de la suma de los aforos vehiculares de las 22 estaciones. En el Histograma 1 se muestra el comportamiento del sistema durante el periodo aforado, de 16 horas. La hora de máxima demanda se ubicó en el periodo matutino, entre las 7:30h y 8:30h con la presencia de 38,423 vehículos, mientras que para el periodo vespertino se encontró entre las 18:15h y 19:15h con la presencia de 34,728 vehículos.

*Histograma 1 Hora de Máxima Demanda del Sistema*



Fuente: Elaboración propia

- **Aforo vehicular**

Fue identificado el siguiente aforo vehicular en las 21 estaciones, tal y como lo muestra la siguiente tabla:

*Tabla 5 Aforo Vehicular*

Estación	Número de Movimientos	Vehículos diarios
Estación 1 – Gobernador Curiel – Arquitectura – Cardenal	12	19,834
Estación 2 – Fray Angélico – Prolongación Gobernador Curiel	17	12,226
Estación 3 – Ferrocarril – Andrés Carreón	4	3,992
Estación 4 – Ferrocarril – Artesanos	19	9,278
Estación 5 – Periférico Sur – Ferrocarril	10	133,326
Estación 6 – Ferrocarril – La Paz	4	9,791
Estación 7 – Ferrocarril – Adolf B. Horn	8	59,385
Estación 8 - Ferrocarril – Valle San Víctor	4	4,496
Estación 9 – Ferrocarril – Líneas de Alta Tensión	2	12
Estación 10 – Ferrocarril – De los Altos	6	16,101
Estación 11 – Concepción – De las Américas	6	29,762
Estación 12 – Ferrocarril – Concepción	17	40,291
Estación 13 – San Sebastián el Grande – Camino a Unión del 4	6	20,513
Estación 14 – Constitución Oriente – Luxemburgo	6	14,924
Estación 16 – Constitución Oriente – Avenida del Almendro	4	8,973
Estación 17 – Constitución Oriente – Ferrocarril	2	8,628
Estación 18 – Constitución Oriente – Cortijo	6	8,032
Estación 19 – Prolongación Mariano Escobedo – Ferrocarril	2	13,171
Estación 20 – Mariano Escobedo – Higuera	10	21,569
Estación 21 – Higuera – Ferrocarril	4	7,897
Estación 22 – Ferrocarril – Circuito Metropolitano	5	16,565

*Fuente: Elaboración propia*

- **Transporte Público**

- **Inventario de rutas**

Fueron consideradas todas las rutas de transporte público en el área de influencia para la realización del inventario de rutas. El inventario fue realizado por estación y por movimiento, los cuales se muestran en los anexos del presente informe, ya que en la *Tabla 7* se observa el inventario de rutas general.

La ruta 186 López Mateos presenta la frecuencia de paso promedio del día más alta de las rutas analizadas con una unidad cada 3 minutos, la cual se mantiene como la más alta durante el periodo de máxima demanda de la mañana con una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 5 minutos.

En la hora de máxima demanda del periodo vespertino se encontró que la ruta 623 Santa Cruz presentó la frecuencia de paso promedio más alta con una unidad cada minuto.

La frecuencia de paso promedio del día más baja la registró la ruta A09 con una unidad cada 48 minutos, la cual desciende hasta una unidad por hora durante la hora de máxima demanda del periodo vespertino.

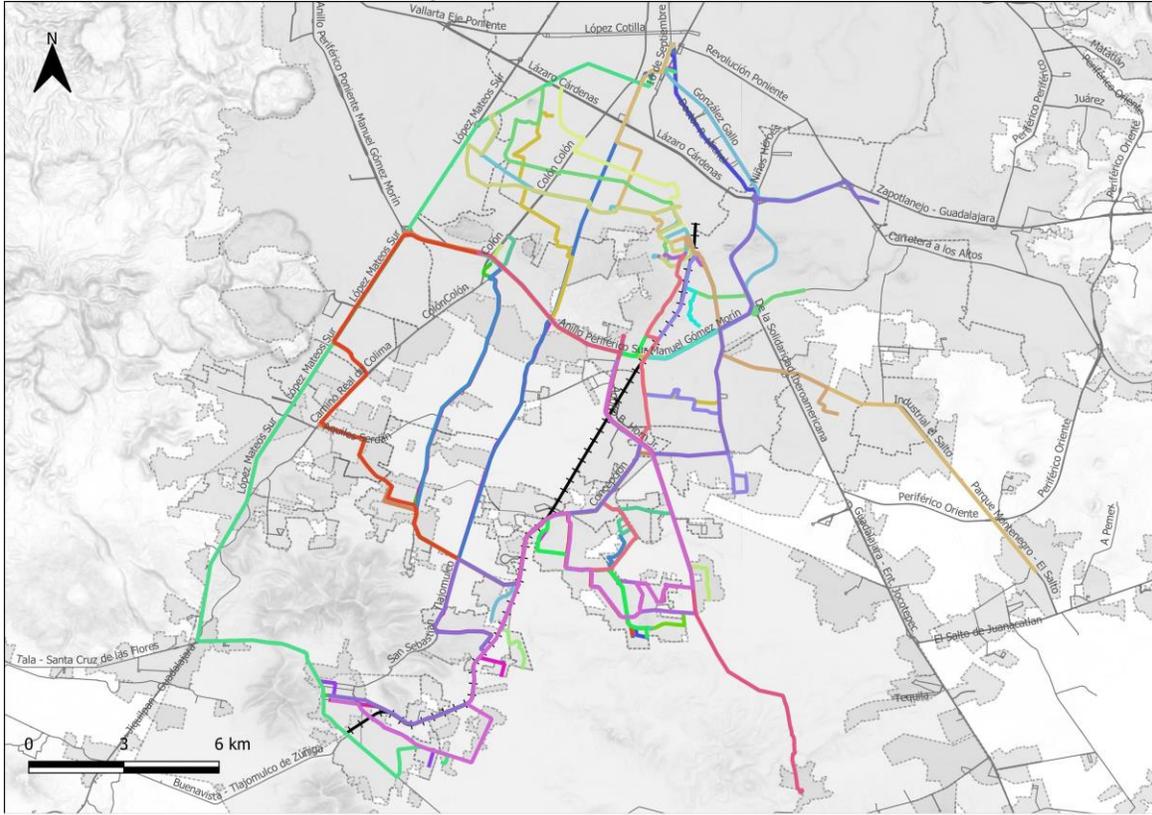
**Tabla 6 Inventario de rutas de transporte público**

RUTA	LONGITUD (m)	DERROTERO	POR DIA	HMD AM	HMD PM
645 Prepa	14914.268	PLAZA DEL SOL, LAS JUNTAS, MIRAVALLE, PREPA 13, PATRIA, TREN LIGERO, URDANED, LOPEZ DE LEGASPI	1 unidad / 6 minutos	1 unidad / 17 minutos	1 unidad / 10 minutos
645 Aqua Fase 6	20865.048	CHULAVISTA, AQUA FASE 6, MIRAVALLE, JUNTAS, PERIFERICO, SANTA CRUZ DEL VALLE, CANTAROS, HUIZACHERA	1 unidad / 25 minutos	1 unidad / 60 minutos	1 unidad / 15 minutos
645 Arboledas	22083.732	MIRAVALLE, POLANCO, PLAZA DEL SOL, DURAZNERA, PREPA 6, JUNTAS, ECHEVERRIA, ARBOLEDAS, COLON, 5 DE MAYO, EL VERGEL, EXPO GUADALAJARA, ISLA RAZA	1 unidad / 14 minutos	1 unidad / 12 minutos	1 unidad / 15 minutos
645 Lomas del Mirador	20145.481	JUAN DE LA BARRERA, SANTA CRUZ DEL VALLE, CHULAVISTA, LOMAS DEL MIRADOR, CANTAROS, PINTAS, JUNTAS, HIZACHERA	1 unidad / 24 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 20 minutos
645 Conchitas	13370.174	MIRAVALLE, SAUZ, CONCHITAS, PLAZA DEL SOL, TREN LIGERO	1 unidad / 6 minutos	1 unidad / 17 minutos	1 unidad / 10 minutos
61	15879.667	URDUNETA, ABASTO, STA. CRUZ, JUAN DE LA BARRERA, JUNTAS, LOPEZ DE LA DEGASPI, RASTRO, PREPA 5, CLINICA 34, MIRAVALLE, CARRETERA ANTIGUA DE CHAPALA, GOBERNADOR CURIEL, 5 DE MAYO	1 unidad / 10 minutos	1 unidad / 12 minutos	1 unidad / 60 minutos
54A	27543.981	LAS PINTAS, JUAN DE LA BARRERA, MIRAVALLE, PLAZA LAS TORRES, CENTRO, LA CIMA, EL VERDE, CONCHITAS, 2 TEMPLOS, EL CASTILLO	1 unidad / 18 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 60 minutos
A06	4448.532	ESCULTURAS, EL VERGEL	1 unidad / 16 minutos	1 unidad / 8 minutos	1 unidad / 60 minutos
A09	9781.998	ESCULTURAS, EL CARMEN	1 unidad / 48 minutos	1 unidad / 30 minutos	1 unidad / 60 minutos
A08	13483.563	ESCULTURAS, QUINTAS DEL VALLE	1 unidad / 17 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 30 minutos
A20	14184.147	SANTA FE, FRAY ANGELICO	1 unidad / 17 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 10 minutos
623 Santa Cruz	17495.211	SANTA CRUZ, PALOMAR, LALA, VILLA FONTANA, SOLIDARIDAD, SAUZ, 8 DE JULIO, ARBOLEDAS, HUIZACHERA	1 unidad / 8 minutos	1 unidad / 8 minutos	1 unidad / 8 minutos
623 Aqua	23076.358	AQUA, POLANCO, PERIFERICO, TESORO, COLON, MASECA, CHULAVISTA, TREN LIGERO, CANTAROS, AUTODROMO	1 unidad / 13 minutos	1 unidad / 9 minutos	1 unidad / 12 minutos
623 Cantaros	16624.187	CANTAROS DIRECTO, VILLAS, TREN LIGERO, MASECA, CHULAVISTA, POLANCO, TESORO, REAL DEL SOL	1 unidad / 10 minutos	1 unidad / 7 minutos	1 unidad / 9 minutos
623 Valle Dorado	22486.66	MASECA, VALLE DORADO, CHULAVISTA, ABASTOS, POLANCO, AUTODROMO, PERIFERICO, TREN LIGERO, CANTAROS	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 15 minutos
187	37636.553	CLINICA 180, ALAMO, CENTRAL NUEVA, TLAJOMULCO, CIMAS DEL SOL, LOMAS DEL SUR, ALAMOS, PINTAS, PERIFERICO, AQUA, CANTAROS, LA NORIA, VALLE DE LOS ENCINOS, MIRADOR, CHULAVISTA	1 unidad / 5 minutos	1 unidad / 4 minutos	1 unidad / 8 minutos
187B	34445.458	CLINICA 180, LOMAS DEL SUR, TLAJOMULCO, CENTRAL NUEVA, SANTA FE, SANTA CRUZ, CANTAROS, AQUA, ALAMO, PINTAS, LOMAS DE TEJEDA, EUCLIPTO	1 unidad / 12 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 10 minutos
176 Robles	30220.444	ROBLES, DOS TEMPLOS	1 unidad / 10 minutos	1 unidad / 10 minutos	1 unidad / 9 minutos
176A Chulavista	29338.086	CHULAVISTA, DOS TEMPLOS	1 unidad / 14 minutos	1 unidad / 12 minutos	1 unidad / 12 minutos
A19	20151.489		1 unidad / 10 minutos	1 unidad / 6 minutos	1 unidad / 12 minutos
619 Amarillo Cantaros	26495.163	CHULAVISTA, CENTRAL NUEVA, CLINICA 180, SANTA FE, MULTIPLAZA, CHAPALA, CANTAROS	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 15 minutos
619 Amarillo Clouster	28114.231	CHULAVISTA, CENTRAL NUEVA, CLINICA 180, SANTA FE, MULTIPLAZA, CHAPALA, X CLOUSTER	1 unidad / 10 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 10 minutos
619 Rojo Via 1	43818.515	SAN AGUSTIN, PALOMAR, SANTA FE, SANTA ANITA, SAN SEBASTIAN, CHULAVISTA, TREN LIGERO, CLINICA 181, 8 DE JULIO, CENTRO SUR, ADOLF HORN, NUEVA GALICIA, LOPEZ MATEOS	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 15 minutos
620 Rojo Via 2	41906.081	SAN AGUSTIN, PALOMAR, SANTA FE, SANTA ANITA, SAN SEBASTIAN, CHULAVISTA, TREN LIGERO, CLINICA 181, 8 DE JULIO, CENTRO SUR, ADOLF HORN, NUEVA GALICIA, LOPEZ MATEOS	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 15 minutos
CHAPALA	24354.979	MASECA, CANTAROS, CENTRO, AQUA, TREN LIGERO, CHULAVISTA, TLAJOMULCO, CENTRO SUR	1 unidad / 33 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 30 minutos
383	26060.216	TREN LIGERO SUR, LAS FUENTES, VALLE DE TEJADA, ENCINOS, CLINICA 180, SAN SEBASTIAN, VALLE DORADO, AV CONCEPCION	1 unidad / 13 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 15 minutos
171	28952.162	PINTAS, DOSTEMPLOS, SANTA FE, SANTA CRUZ DEL VALLE, ALAMEDAS, HIZACHERA	1 unidad / 11 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 9 minutos
50A	30438.015	PLAZA LAS TORRES, PERIFERICO, CHULAVISTA, 8 DE JULIO, ADOLF HORN, CENTRO, CLINICA 46, 2 TEMPLOS, POLANCO, CLINICA 180, VALLE DORADO, SORIANA, CHEDRAUI	1 unidad / 11 minutos	1 unidad / 9 minutos	1 unidad / 15 minutos
1A Clinica 180	18263.58	PERIFERICO, 8 DE JULIO, CLINICA 180, VALLE DE LOS ENCINOS, LA FORTUNA, LOS ROBLES, LOMAS DEL SOL, CENTRO SUR, SAN MIGUEL, VILLA FONTANA, LOMA DEL SUR	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 12 minutos
1A Fortuna	19096.692	FORTUNA, 8 DE JULIO	1 unidad / 23 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 20 minutos
175A-C14	23593.924	TLAJOMULCO, LOMAS DEL SUR, POLANCO, SAN SEBASTIAN, 2 TEMPLOS, CIMAS DEL SOL	1 unidad / 14 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 10 minutos
186 San Sebastian	23041.614	SAN SEBASTIAN, TREN LIGERO	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 15 minutos
186 Lopez Mateos	27792.437	LOPEZ MATEOS, TREN LIGERO	1 unidad / 3 minutos	1 unidad / 5 minutos	1 unidad / 48 minutos
186 Central Vieja	38906.26	SAN MIGUEL, CAJITILAN	1 unidad / 6 minutos	1 unidad / 4 minutos	1 unidad / 10 minutos

Fuente: Elaboración propia

En el Mapa10 se muestran las 34 rutas analizadas, las cuales conectan de forma norte - sur al Área Metropolitana de Guadalajara. Se observa que, con excepción de la carretera Chapala – Guadalajara, todas las vías hacia la zona sur del AMG están cubiertas por diferentes rutas de transporte público.

**Mapa 10 Recorridos de las rutas**



- |   |   |   |
|---|---|---|
| <p>⇄ TRAZO LINEA 4</p> <p>RUTA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>171</li> <li>175A-C14</li> <li>176 CHULAVISTA</li> <li>176 ROBLES</li> <li>186 CENTRAL VIEJA</li> <li>186 LOPEZ MATEOS</li> <li>186 SAN SEBASTIAN</li> <li>187</li> <li>187B</li> <li>1A CLINICA 180</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>1A FORTUNA</li> <li>383</li> <li>50A</li> <li>54A</li> <li>61</li> <li>619 AMARILLO CANTAROS</li> <li>619 AMARILLO CLUSTER</li> <li>619 ROJA VIA 1</li> <li>619 ROJA VIA 2</li> <li>623 AQUA</li> <li>623 SANTA CRUZ</li> <li>623A CANTAROS</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>623A VALLE DORADO</li> <li>645 ARBOLEDAS</li> <li>645 CONCHITAS</li> <li>645 FASE 6</li> <li>645 LOMAS DEL MIRADOR</li> <li>645 PREPA</li> <li>A06</li> <li>A08</li> <li>A09</li> <li>A19</li> <li>A20</li> <li>CHAPALA</li> </ul> |
|---|---|---|

Fuente: Elaboración propia

- **Rutas de Transporte Público en el área de influencia del estudio**

Para la construcción e las rutas de transporte público se definieron 309 puntos de parada que dan servicio a 14 rutas de transporte, las cuales se encuentran en el área de influencia del proyecto, o fueron consideradas para proveer de conectividad a algunas zonas de la AMG.

Bajo este último criterio antes mencionado se encuentra la inclusión de la Línea 3 del Tren Ligero que, aunque no se encuentra en operación, se incluyó bajo condiciones de operación por debajo de las esperadas, pero provee al modelo de la conectividad necesaria para aquellos viajes con origen o destino en el municipio de Zapopan.

*Tabla 7 Número de rutas por sistema de transporte*

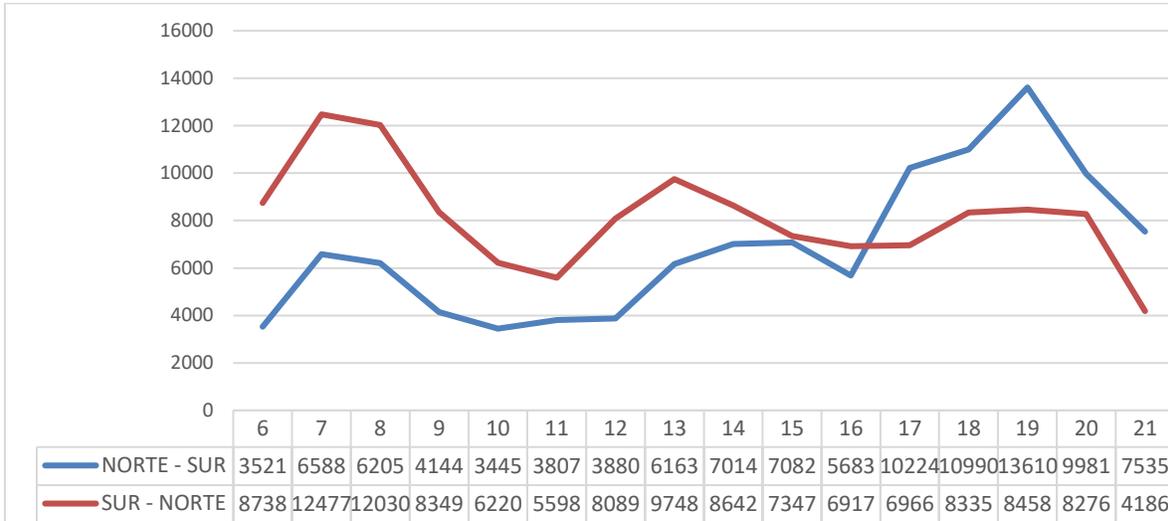
CODIGO	SISTEMA DE TRANSPORTE	NO. RUTAS
A	Alimentadoras	3
B	Bus	18
M	Macrobus	1
ST	SiTren	3
TL	Tren Ligero	3

*Fuente: Elaboración propia*

En el Mapa 11 se muestran los sentidos de circulación de las rutas que se encuentran dentro de los radios de influencia de 500 metros alrededor de las estaciones para la toma de información de transporte público. A partir de estas estaciones se podrá definir la demanda de transporte público del sistema debido a que circulan con dirección sur – norte y viceversa.



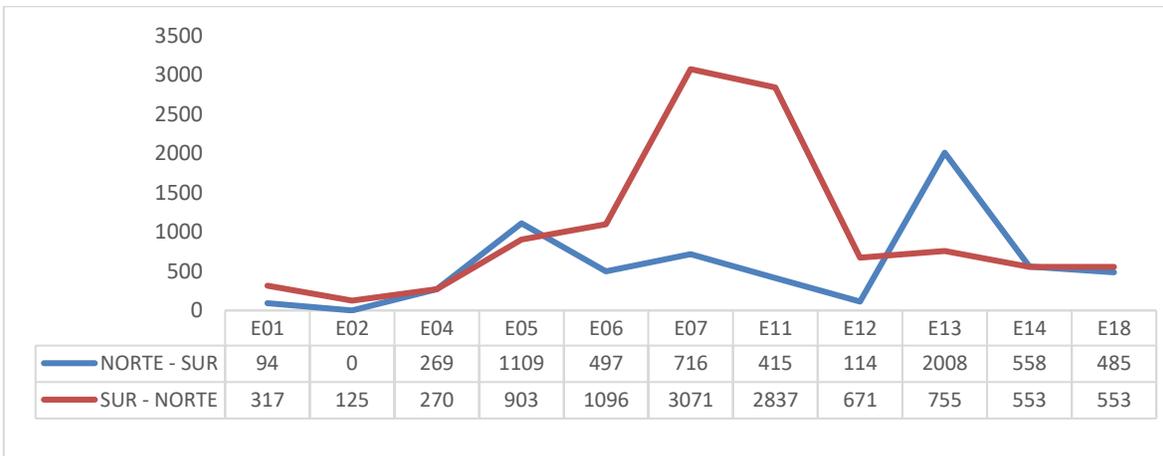
Gráfico 10: Pasajeros a bordo durante el día



Fuente: Elaboración propia

Durante la hora de máxima demanda del periodo matutino, la estación 7, que se ubica sobre la avenida Adolf B. Horn y Ferrocarril, presentó la mayor demanda de pasajeros a bordo, en el sentido sur – norte, con 3,071 pasajeros registrados, esto se debe a que en este punto cruzan siete rutas de transporte público. Otra intersección que presenta una demanda alta de pasajeros a bordo es en la estación 11 con un registro de 2,837 pasajeros de igual manera en sentido direccional sur – norte.

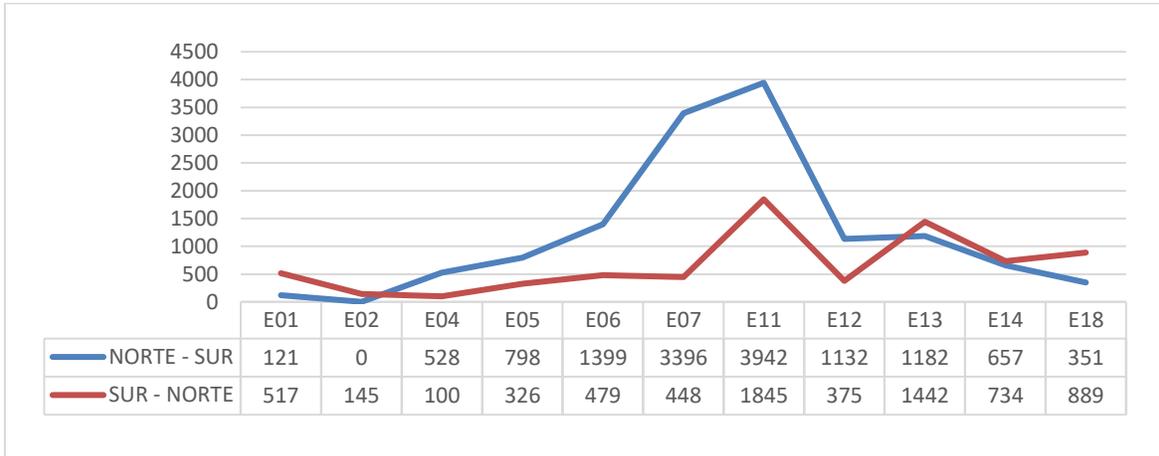
Gráfico 11: Pasajeros a bordo durante la HMD am



Fuente: Elaboración propia

Durante la HMD del periodo vespertino, la mayor demanda de pasajeros a bordo se registró en el sentido direccional norte – sur. La estación 11, que se ubica en la avenida Concepción y De las Américas, registró 3,942 pasajeros a bordo, siendo este el punto con la mayor demanda, seguido de la estación siete con 3,396 pasajeros a bordo, esto se debe a que, en estas dos intersecciones, es donde cruzan alrededor de diez rutas, las cuales conectan de norte a sur y viceversa a la zona.

Gráfico 12: Pasajeros a bordo durante la HMD pm



Fuente: Elaboración propia

Se muestran 15 rutas de transporte público que circulan sobre el trazo de línea 4, en las que tres rutas son las que cuentan con la mayor participación, en primer lugar, se encuentra la ruta 623 Santa Cruz con el 11% de participación, la ruta 619 Vía 1 con el 10% y la ruta 187 que de igual manera representa el 10% de participación sobre el trazo. Sobre el corredor se identificaron tres rutas alimentadoras del Macrobus que son la A08, A19 y A20.

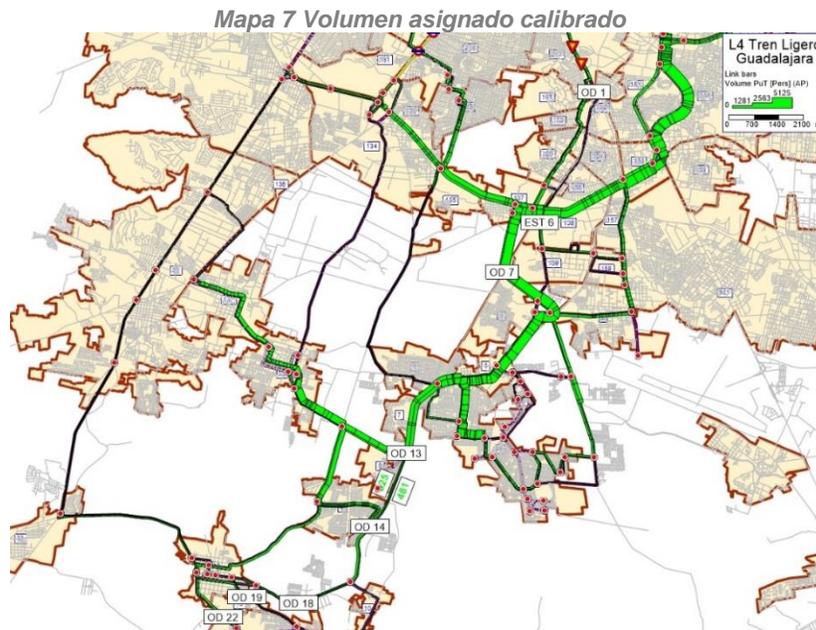
Durante la HMD del periodo matutino, la ruta 187 se presenta la mayor frecuencia de paso, con una unidad cada 4 minutos, seguida de la ruta A19 con una frecuencia de paso de una unidad cada 6 minutos. Durante la HMD del periodo vespertino dos rutas cuentan con la mayor frecuencia de paso; la ruta 187 y la ruta 623 Santa Cruz, ambas con una frecuencia de paso de una unidad cada 8 minutos.

Del total de rutas, solo la 623 Santa Cruz cuenta con un promedio de ocupación del 60%, mientras que siete rutas cuentan con un promedio de ocupación del 40%, dos rutas cuentan con el 20% de promedio de ocupación y cinco de ellas cuentan con un promedio de ocupación del 10%.

- **Demanda del modelo en situación actual**

### Hora de Máxima Demanda del periodo Matutino

En el Mapa 56 se muestran los volúmenes de la demanda asignados calibrados sobre el trazo de línea 4 durante el periodo de máxima demanda de la mañana, de 7:00h a 8:00h. en donde se observa que, a partir de la matriz origen – destino, los viajes tienden a conectarse con el trazo de línea 4 desde la zona oriente del anillo Periférico, seguidos hacia el poniente por el Anillo Periférico en el norte y Santa Anita en el sur. Se muestra también que la cantidad de viajes se reduce de manera gradual desde el norte hacia el sur del trazo de línea 4. Sobre la mitad norte del corredor propuesto se mantiene un volumen de más de 4,000 pasajeros a bordo.



*Fuente: Elaboración propia*

Durante la hora de máxima demanda del periodo matutino, de 7:00h a 8:00h, fueron asignados 14,466 viajes desde la matriz origen destino; el 63% de estos fueron de trabajo, el 28% de estudio y el 10% restante de otros. A partir de la matriz el modelo asignó 26,360 abordajes a lo largo del corredor.

En la Tabla 18 se muestra que el tiempo total de viaje es de casi una hora con 28 minutos, en donde una hora con 9 minutos son a bordo de la unidad, con 4 minutos de caminata, 7 de espera y 7 de transferencia. Se observa también que, en promedio, los usuarios realizan menos de una transferencia.

**Tabla 8a Resumen de situación sin proyecto de la HMD AM en 2019**

Situación en 2019 AM	
Tiempo Viaje a Bordo (min.)	1h 9min 18s
Tiempo Caminata (min.)	4min 44s
Tiempo Espera (min.)	7min 39s
Tiempo Espera a la transferencia (min.)	6min 31s
Tiempo Total de Viaje (min.)	1h 28min 12s
Costo Generalizado (min.)	1h 55min 20s
Total, de abordajes	26,360
Total, de viajes asignados	14,466
Número de transferencias promedio	0.82

*Fuente: Elaboración propia*

### Hora Valle

Durante la hora valle, de 12:00h a 13:00h, se asignaron 7,132 viajes; el 40% de ellos fue de trabajo, el 21% de estudio y el 39% restante como otros. Esta asignación generó en el modelo un total de 13,439 abordajes. En la Tabla 19 se muestra que, durante ese periodo, el tiempo total de viaje es de una hora con 29 minutos.

**Tabla 8b Resumen de situación sin proyecto de la HV en 2019**

Situación en 2019 HV	
Tiempo Viaje a Bordo (min.)	1h 12min 35s
Tiempo Caminata (min.)	5min 1s
Tiempo Espera (min.)	6min 14s
Tiempo Espera a la transferencia (min.)	5min 28s
Tiempo Total de Viaje (min.)	1h 29min 18s
Costo Generalizado (min.)	1h 55min 1s
Total, de abordajes	13,439
Total, de viajes asignados	7,132
Número de transferencias promedio	0.88

*Fuente: Elaboración propia*

### Hora de Máxima Demanda del periodo Vespertino

Durante la hora de máxima demanda de la tarde, entre las 19:00h a 20:00h fueron asignados 11,663 viajes a partir de la matriz origen destino. El 73% de estos viajes fue de trabajo, el 14% de estudios y el 12% restante de otros. En la Tabla 20 se muestra que el tiempo total de viaje durante este periodo es de una hora con 29 minutos, mientras que el tiempo de caminata es de dos minutos, el de espera es de 6 minutos y el de transferencia de casi 6 minutos. Durante esta hora el promedio de transferencias alcanza una.

**Tabla 8c Resumen de situación sin proyecto de la HMD PM en 2019**

Situación en 2019 PM	
Tiempo Viaje a Bordo (min.)	1h 14min 30s
Tiempo Caminata (min.)	2min 2s
Tiempo Espera (min.)	6min 43s
Tiempo Espera a la transferencia (min.)	5min 58s
Tiempo Total de Viaje (min.)	1h 29min 14s
Costo Generalizado (min.)	1h 54min 14s
Total, de abordajes	23,645
Total, de viajes asignados	11,663
Número de transferencias promedio	1.03

Fuente: Elaboración propia

▪ **Demanda Diaria Situación Actual 2019**

A partir de la demanda del modelo en situación actual en la que el modelo de simulación evalúa tres diferentes periodos; la hora de máxima demanda del periodo matutino, la hora de máxima demanda del periodo vespertino y la hora valle. Con el objetivo de encontrar la demanda diaria es necesario expandir la información horaria a diaria con base en la información recabada en campo.

Los factores de expansión utilizados consideran cuatro horas para el periodo matutino, cuatro horas para el periodo valle y ocho horas para el periodo vespertino, fueron aplicados los factores de expansión que se reflejan en la Tabla 8d, así como las calibraciones necesarias, que permitieron obtener el número de viajes diarios en el escenario base de demanda 2019 en situación actual de la demanda.

Se observa en la **Tabla 21** que en 2019 existe una demanda diaria de **93,362 viajes en las 25 rutas que están dentro del área de estudio.**

**Tabla 8d Factor de expansión diario**

Periodo	Horas de Estudio	Factor de Expansión
<b>Matutino</b>	4	3.24
<b>Valle</b>	4	3.05
<b>Vespertino</b>	8	6.48

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2 Resumen de demanda diaria en situación actual 2019

Rutas Actuales	Viajes 2019
187	6,690.85
176A Robles	3,691.7
187B (188)	3,691.7
619 amarilla	8,997.45
623A Chulavista - Valle Dorado	1,4997
382 Providencia	4,750
171	1,909
175A	3,138
176 Chulavista	2,065
186 Central Vieja	3,057
186 López Mateos	6,505
186 San Sebastián	286
383	111
619 cántaros	1,362
619 Amarillo Closter	583
619 naranja	1,404
619 roja Vía 1	1,076
619 roja vía 2	6,232
623 Aqua	5,492
623 santa Cruz	4,166
AM_08	448
AM_19	8161
AM_20	2,528
<b>Total</b>	<b>93,362</b>

Fuente: Elaboración propia

▪ **Demanda del modelo en situación con proyecto**

Las características del proyecto troncal y de las rutas alimentadoras fueron introducidas al modelo de simulación para obtener la demanda del sistema con estas nuevas condiciones, además de los indicadores necesarios para evaluar su viabilidad, considerando que el año de inicio de operaciones (año 1) del proyecto considerado para la evaluación es el 2024, al igual que en la calibración del modelo se realizó en tres diferentes periodos.

- Hora de máxima demanda del periodo matutino: 7:00h 8:00h
- Hora valle de 12:00h a 13:00h
- Hora de máxima demanda del periodo vespertino: 19:00h a 20:00h.

Así mismo como resultado de la introducción del trazo de la Línea 4 al modelo de simulación bajo las condiciones de operación en 2024 ya comentadas este identifico como captación de la Línea 4 el 48% del 100% de los traslados a través del sistema de transporte.

Aunado a lo anterior se aplicaron las tasas de crecimiento<sup>4</sup> que se muestran en la Tabla 8f, las cuales permitieron de 2019 a 2024 proyectar el comportamiento de todos los troncales en todos los sentidos y con ello poder asignar los viajes y abordajes para casa HDM.

Así mismo se muestran las tasas de crecimiento de 2045 al 2050 la tasa de crecimiento de los tres indicadores es del 3%.

*Tabla 8f Tasas de crecimiento de la matriz origen destino en periodos quinquenales*

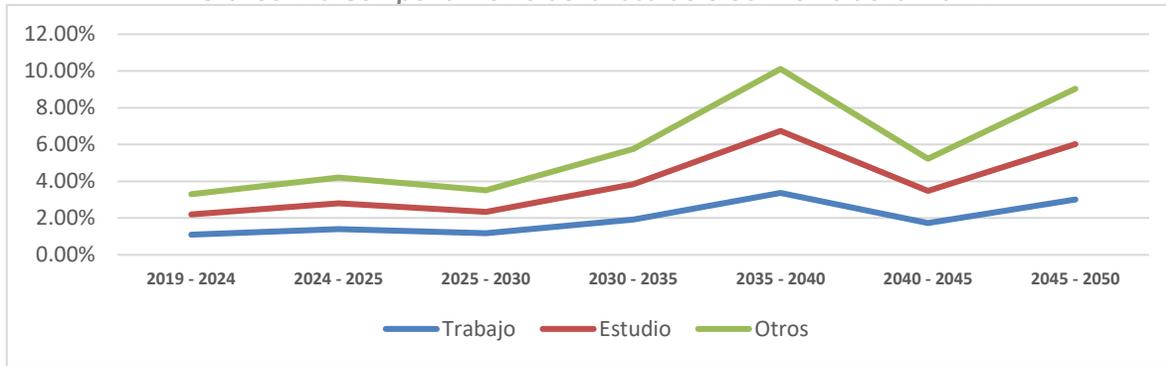
Años	Segmento		
	Trabajo	Estudio	Otros
2019 - 2024	1.10%	1.10%	1.10%
2024 - 2025	1.40%	1.40%	1.40%
2025 - 2030	1.17%	1.17%	1.17%
2030 - 2035	1.92%	1.92%	1.92%
2035 - 2040	3.37%	3.37%	3.37%
2040 - 2045	1.74%	1.74%	1.74%
2045 - 2050	3.01%	3.01%	3.01%

*Fuente: Elaboración propia*

En el Gráfico 178 se muestra el comportamiento de los viajes que se realizan por los tres diferentes motivos del 2024 al 2050, en donde se observa que de 2035 - 2040 se tienen un crecimiento mayor de la demanda.

<sup>4</sup> Tasas de crecimiento a partir de Censos y Conteos de población de INEGI 2005, 2010 y 2015 en AMG

Gráfico 12a Comportamiento de la tasa de crecimiento de la matriz



Fuente: Elaboración propia

### Hora de Máxima Demanda del periodo Matutino

Durante este periodo fueron asignados 15,276 viajes, los cuales generaron 26,688 abordajes en todo el sistema. En la Tabla 9 se observa que en este escenario el tiempo total de viaje es de una hora con 21 minutos, un ahorro de 9 minutos con respecto al estado actual (2019) sin proyecto. El tiempo de caminata es de 6 minutos y medio, el tiempo de espera es superior a 9 minutos y el tiempo de transferencia es de 6 minutos.

Tabla 9 Resumen de situación con proyecto de la HMD AM en 2024

Situación con proyecto 2024 HMD AM	
Tiempo Viaje en el Vehículo (min.)	59min 24s
Tiempo Caminata (min.)	6min 27s
Tiempo Espera (min.)	9min 23s
Tiempo Espera a la transferencia (min.)	6min 31s
Tiempo Total de Viaje (min.)	1h 21min 44s
Costo Generalizado (min.)	1h 51min 34s
Total de abordajes	26,688
Total de viajes asignados	15,276
Número de transferencias promedio	0.75

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 23 se observa la demanda de abordajes para el corredor troncal por sentido durante la HMD del periodo matutino en el año 2024, 1er año de operación, en donde se alcanzarían los 3,508 abordajes. Se observa que el 73% de los abordajes se encuentran en dirección norte durante el periodo.

Tabla 3 Demanda del corredor troncal durante la HMD AM en 2024

Demanda Troncal AM 2024	
Sentido	Abordajes
NORTE	2,572
SUR	936
AMBOS	<b>3,508</b>

Fuente: Elaboración propia

### Hora Valle

Durante la hora valle, entre las 12:00h y 13:00h, fueron asignados 7,532 viajes al modelo, el cual arrojó un total de 14,381 abordajes dentro del sistema. En la *Tabla 24* se muestra que el tiempo total de viaje es de una hora con 19 minutos; 59 minutos a bordo de la unidad, 6 minutos de caminata, 6 minutos de espera y 5 minutos de transferencia.

Tabla 9b Resumen de situación con proyecto de la HV en 2024

Situación con proyecto 2024	
Tiempo Viaje a bordo (min.)	59min 43s
Tiempo Caminata (min.)	6min 51s
Tiempo Espera (min.)	6min 48s
Tiempo Espera a la transferencia (min.)	5min 50s
Tiempo Total de Viaje (min.)	1h 19min 12s
Costo Generalizado (min.)	1h 47min 56s
Total, de abordajes	14,381
Total, de viajes asignados	7,532
Número de transferencias promedio	0.91

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 25* se observa que en este periodo el corredor troncal alcanza los 2,655 abordajes, en donde el 56% son en dirección norte.

Tabla 9c Demanda del corredor troncal durante la HV PM en 2024

Demanda Troncal HV 2024	
Sentido	Abordajes
NORTE	1,492
SUR	1,163
AMBOS	<b>2,655</b>

Fuente: Elaboración propia

### Hora de Máxima Demanda del periodo Vespertino

En este periodo fueron asignados 12,316 viajes, los cuales tuvieron un total de 25,280 abordajes entre los diferentes sistemas. En la Tabla 9d se muestra que el tiempo total de viaje es de una hora con 18 minutos; 1 hora a bordo del vehículo, 3 minutos de caminata, 7 minutos de espera y 6 minutos de transferencia.

*Tabla 9d Resumen de situación con proyecto de la HMD PM en 2024*

<b>Situación con proyecto 2024</b>	
Tiempo Viaje a bordo (min.)	1h 44s
Tiempo Caminata (min.)	3min 35s
Tiempo Espera (min.)	7min 24s
Tiempo Espera a la transferencia (min.)	6min 55s
Tiempo Total de Viaje (min.)	1h 18min 38s
Costo Generalizado (min.)	1h 47min 4s
Total, de abordajes	25,280
Total, de viajes asignados	12,316
Número de transferencias promedio	1.05

*Fuente: Elaboración propia*

En la *Tabla 27* se observa que, durante este periodo, el corredor troncal alcanza los 4,880 abordajes, en donde el 53% de ellos, 2,630, llevan dirección norte.

*Tabla 9e Demanda del corredor troncal durante la HMD PM en 2024*

<b>Demanda Troncal HMD PM 2024</b>	
<b>Sentido</b>	<b>Abordajes</b>
NORTE	2,630
SUR	2,251
AMBOS	<b>4,880</b>

*Fuente: Elaboración propia*

▪ **Demanda Diaria en situación con proyecto**

Por lo anterior después de identificar la demanda troncal en 2024 y haber aplicado los factores de expansión diarios a la misma.

*Tabla 9f Factor de expansión diario*

Periodo	Horas de Estudio	Factor de Expansión
<b>Matutino</b>	4	3.24
<b>Valle</b>	4	3.05
<b>Vespertino</b>	8	6.48

*Fuente: Elaboración propia*

Se identificó que el sistema realizará **106, 249 viajes diarios** en 2024, donde el **48%** de estos viajes serán realizados por el corredor troncal (Línea 4) con una demanda diaria de 51,078 viajes, mientras que el 52% restante serán realizados por las rutas alimentadoras del sistema, con 55,171 viajes.

Proyectando que las rutas alimentadoras deberán contar con un parque vehicular mixto compuesto por 51 unidades, de las cuales 19 serán de tipo van y 33 serán autobuses. De las ocho rutas, la mitad será operada por autobuses, mientras que la otra mitad será operada por unidades tipo van debido a su menor longitud de recorrido y a su menor demanda diaria de pasajeros. Las rutas A01, A03, A07 y A08 serán operadas por autobuses y las rutas A02, A04, A05 y A06 serán operadas por vehículos de tipo van, como se puede ver en la Tabla 31.

**Tabla 9g Demanda diaria del sistema en 2024**

Ruta Propuesta	Ruta Referencia	Ida - Vuelta	Tipo de Unidad	Long ida - vuelta	Longitud Total	Velocidad	Tiempo de Recorrido	Intervalo	Vehículos	Demanda Día
A 01 L4	187	A 01 L4-0-1	Autobús	13.8	27.9	13.4	135	14	10	7,043
		A 01 L4-2		14.1						
A 02 L4	176A Robles	A 02 L4-1	Van	1.49	3.13	13.4	24	6	4	3,886
		A 02 L4-2		1.64						
A 03 L4	187B (188)	A 03 L4-1	Autobús	16.47	32.9	13.4	157	14	11	3,886
		A 03 L4-2		16.43						
A 04 L4	619 Amarilla	A 04 L4-1	Van	6.53	12.95	13.4	68	10	7	9,471
		A 04 L4-2		6.42						
A 05 L4	Propuesto	A 05 L4-2	Van	2.78	5.6	13.4	35	9	4	5,100
		A 05 L4-1		2.82						
A 06 L4	Propuesto	A 06 L4-1	Van	3.28	6.52	13.4	39	10	4	5,000
		A 06 L4-2		3.24						
A 07 L4	623A Chulavista - Valle Dorado	A 07 L4-1	Autobús	11.54	23.21	13.4	114	14	8	15,786
A 08 L4	382 Providencia	A 08 L4-1	Autobús	5.24	10.46	13.4	57	14	4	5,000
		A 08 L4-2		5.22						
L4 TEU	Troncal	L4 TEU-1	Tren	22.32	44.64	15	117	8	12	51,078
		L4 TEU-2		22.32						
<b>Total del Sistema:</b>										<b>106,249</b>

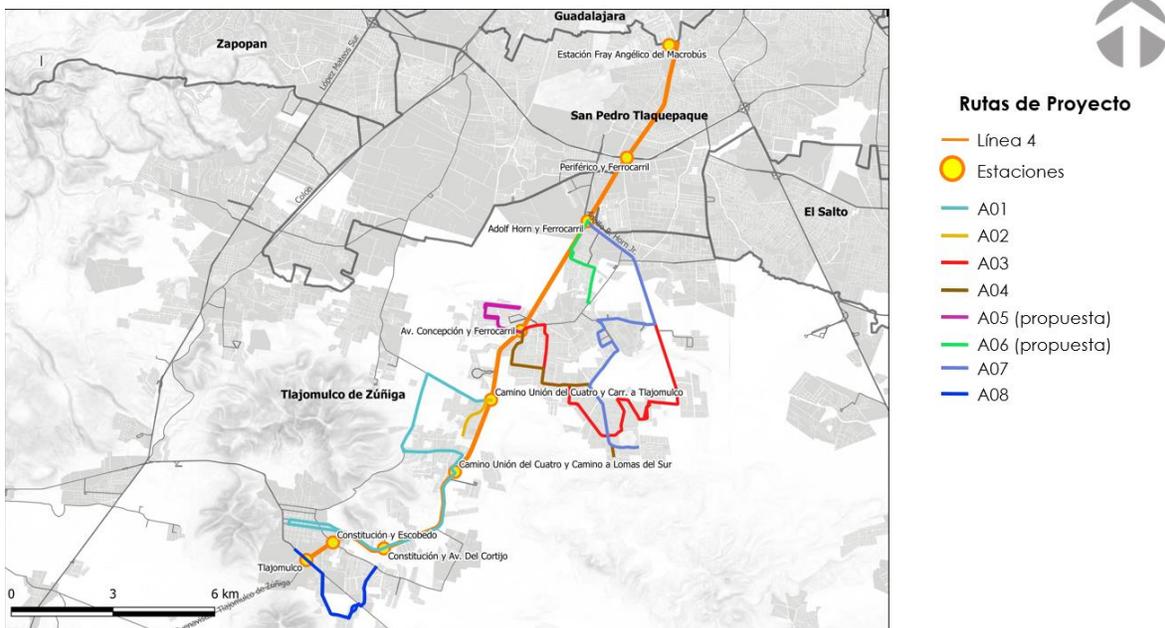
*Fuente: Elaboración propia*

Cabe destacar que se platea una velocidad comercial promedio de 13.4 kilómetros por hora para todas las rutas alimentadoras y de 15km/h para el tren, logrando así recorridos entre los 35 y 135 minutos. El recorrido más largo será el de la ruta alimentadora A03, ya que su recorrido total será de 32.9 kilómetros tendrá una duración de 157 minutos y tendrá una demanda diaria de 3,886 viajes.

La ruta más corta será la A02 con una longitud de 3.13 kilómetros, los cuales serán recorridos en 24 minutos y contarán con una demanda diaria de 3,886 viajes. La demanda diaria de viajes por ruta tendrá una variación de entre los 3,886 y los 15,786 viajes diarios.

De las 8 rutas que se designarán como alimentadoras del sistema, seis de ellas existentes y dos de ellas de nueva creación, como se puede ver en el Mapa 57.

Mapa 13 Recorrido de las rutas alimentadoras de proyecto



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 32 se observa que únicamente la ruta troncal contará con una unidad de reserva. Se muestra también que el sistema operará durante 316 días al año.

*Tabla 9h Flotas y operación de las rutas*

Rutas actuales	Rutas propuestas	Flota operativa	Flota reserva	Longitud	Días año	Tipo de unidad
-	Troncal	11	1	21.8	316	Tren
187	A1	10	0	13.95	316	Autobús
176 A Robles	A2	4	0	1.565	316	Van
187 B (188)	A3	11	0	16.45	316	Autobús
619 amarilla	A4	7	0	6.47	316	Van
-	A5	4	0	2.8	316	Van
-	A6	4	0	3.26	316	Van
623 A	A7	8	0	11.605	316	Autobús
382	A8	4	0	5.23	316	Autobús

*Fuente: Elaboración propia*

Las rutas que contarán con mayor cantidad de vehículos son la A03 y la A01 con 11 y 10 autobuses, respectivamente. Esto se debe a que son las rutas con recorridos más largos.

En la *Tabla 33* se muestra el resumen de la demanda diaria de viajes por tipo de unidad para el año 1 de operación en 2024. Se observa que del total de viajes; 106,249, el tren abarcará el 48% de ellos, los autobuses cubrirán el 30% y las van cubrirán el 22% de viajes restante.

*Tabla 9i Resumen de demanda diaria de viajes*

Tipo de Unidad	Unidades	Viajes
Tren	12	51,078
Autobús	33	31,714
Van	19	23,457
<b>Total del Sistema</b>	<b>64</b>	<b>106,249</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Cabe destacar que la Demanda del sistema a partir de 2025 se proyecta tenga el siguiente comportamiento a el año 2050, de acuerdo las tasas de crecimiento que se aplicaron en la matriz origen destino de los municipios de Tlajomulco de Zúñiga, Tlaquepaque y Guadalajara a partir de datos de los censos de INEGI, de las proyecciones de población de CONAPO y de los programas de desarrollo urbano.

Tabla 10 Tasas de crecimiento de la matriz origen destino en periodos quinquenales

Año	Segmento		
	Trabajo	Estudio	Otros
2025	1.40%	1.40%	1.40%
2030	1.17%	1.17%	1.17%
2035	1.92%	1.92%	1.92%
2040	3.37%	3.37%	3.37%
2045	1.74%	1.74%	1.74%
2050	3.01%	3.01%	3.01%

Fuente: Elaboración propia con datos SIOP e INEGI

En la *Tabla 35* se puede observar el comportamiento proyectado de la demanda de viajes en un corto, mediano y largo plazo en las HMD am y pm.

En el corto plazo que va del 2024 al 2030 aumentara un 7% en todos los escenarios. En el mediano plazo que va del 2035 al 2040 la demanda de viajes aumentará cerca del 15% y a largo plazo la demanda crecerá aproximadamente 16%.

Tabla 10a Proyección de la demanda de viajes del sistema en el corto mediano y largo plazo

Ruta Propuesta	Corto Plazo			Mediano Plazo		Largo Plazo	
	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050
<b>L4 TEU</b>	<b>51,078</b>	<b>54,246</b>	<b>59,614</b>	<b>67,338</b>	<b>81,915</b>	<b>92,379</b>	<b>116,988</b>
A 01 L4	7,043	7,466	8,145	9,204	11,137	12,473	15,716
A 02 L4	3,886	4,119	4,494	5,078	6,145	6,882	8,671
A 03 L4	3,886	4,119	4,494	5,078	6,145	6,882	8,671
A 04 L4	9,471	10,039	10,953	12,377	14,976	16,773	21,134
A 05 L4	5,100	5,406	5,898	6,665	8,064	9,032	11,380
A 06 L4	5,000	5,300	5,782	6,534	7,906	8,855	11,157
A 07 L4	15,786	16,733	18,256	20,629	24,961	27,957	35,225
A 08 L4	5,000	5,300	5,782	6,534	7,906	8,855	11,157
<b>Total del Sistema:</b>	<b>106,250</b>	<b>112,728</b>	<b>123,418</b>	<b>139,437</b>	<b>169,154</b>	<b>190,087</b>	<b>240,100</b>

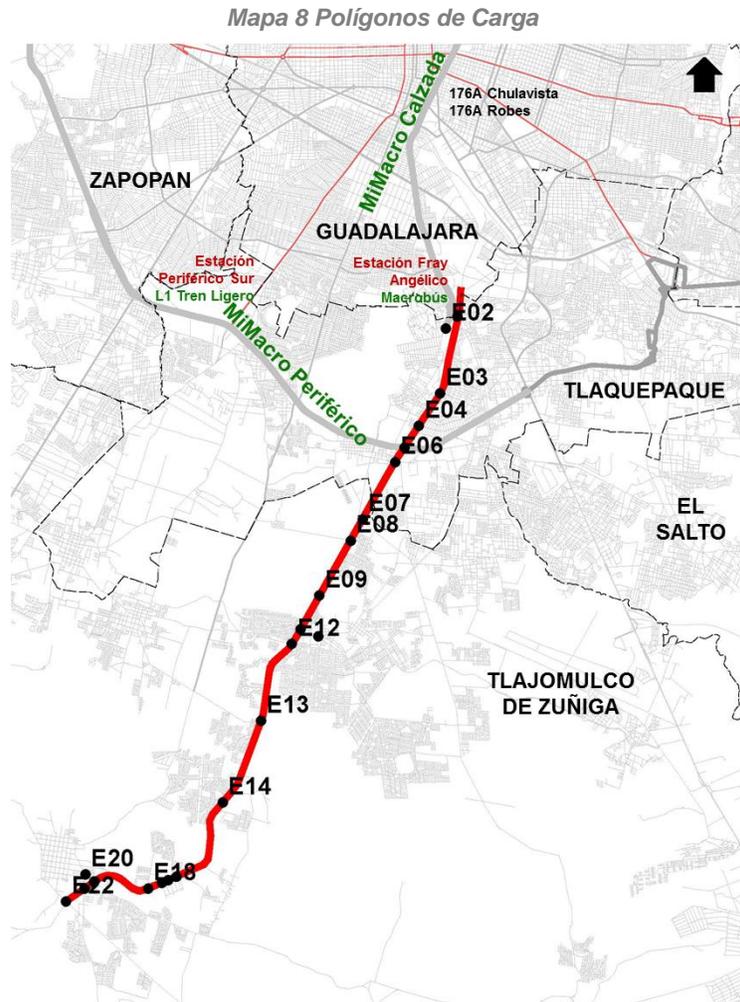
Fuente: Elaboración propia

## Propuesta del Sistema de Transporte Público

La propuesta de diseño para la línea 4 del Tren Ligero de Guadalajara, incluye los puntos elegidos para las estaciones, las rutas alimentadoras del sistema y sus parques vehiculares, las nuevas frecuencias de paso y las velocidades de proyecto.

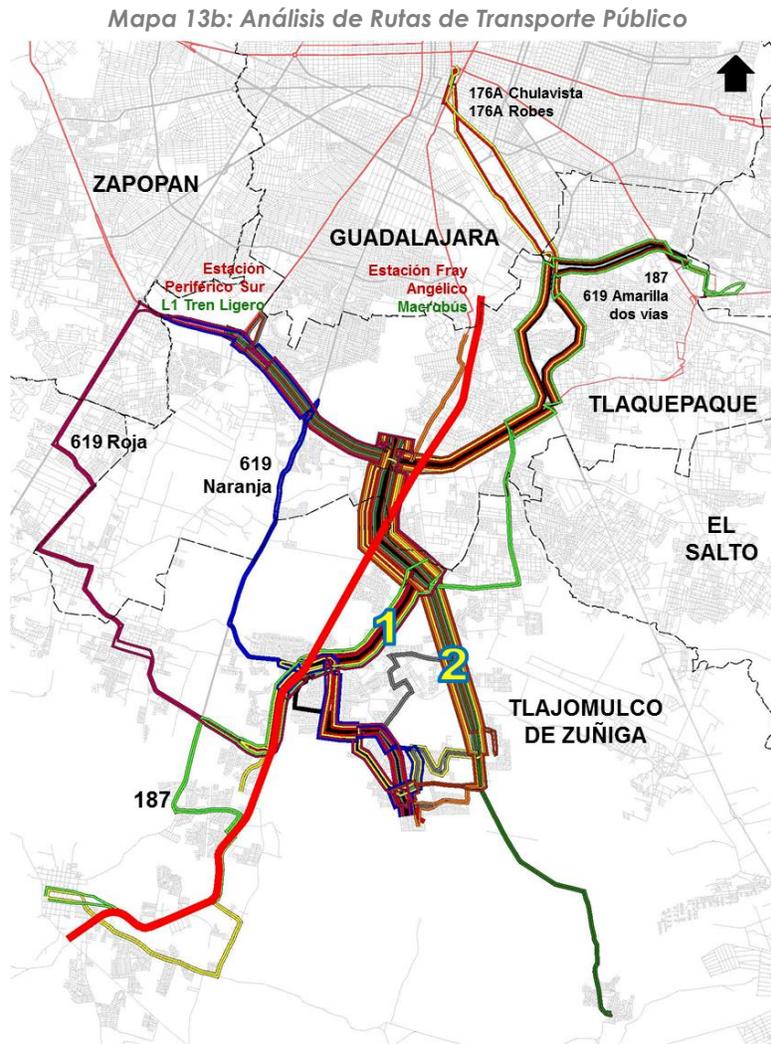
El sistema estima una demanda total de **106,249 viajes diarios a partir del año 2024** la cual se estima crezca al año 2050 a 232,807 viajes diarios en este.

En el Mapa 8 se observan las estaciones de las rutas de transporte público actuales.



Fuente: Elaboración propia

En el Mapa 3b se muestran las 14 rutas de transporte público analizadas que operan actualmente.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 10b: Rutas de transporte público analizadas

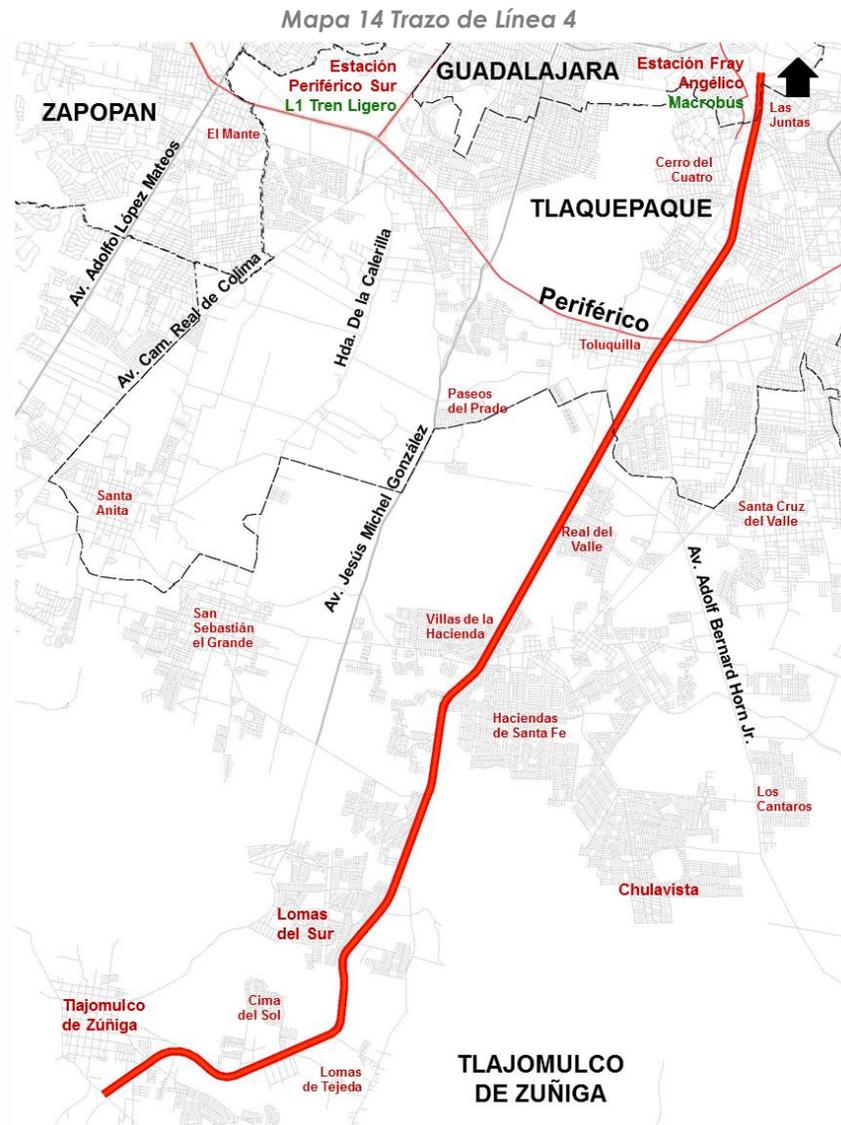
176A Chulavista
176A Robles
187
188 Tlajomulco - La Noria - Lomas de Tejeda
619 Naranja
619 Roja
619 Amarilla
619 Amarilla - Cantaros
623 Santa Cruz del Valle
623A Cantaros
623A Chulavista - Valle Dorado
623A Aqua
Alimentador 19
Arvento – TEU Periférico Sur

Fuente: Elaboración propia

▪ **Trazo del corredor troncal**

El corredor troncal propuesto del sistema tendrá una longitud de 22.3 kilómetros, ubicándose sobre vías de ferrocarril que actualmente funcionan, por lo que compartirá el derecho de vía con los trenes de carga en operación. El sistema contará con 11 trenes en operación.

El recorrido iniciará en Las Juntas, en donde las vías del ferrocarril cruzan con la calle de Alambiques, en el límite norte del municipio de Tlaquepaque, y concluirá en la intersección de las vías de ferrocarril con el Circuito Metropolitano Sur, en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga, como se muestra en el Mapa 14.



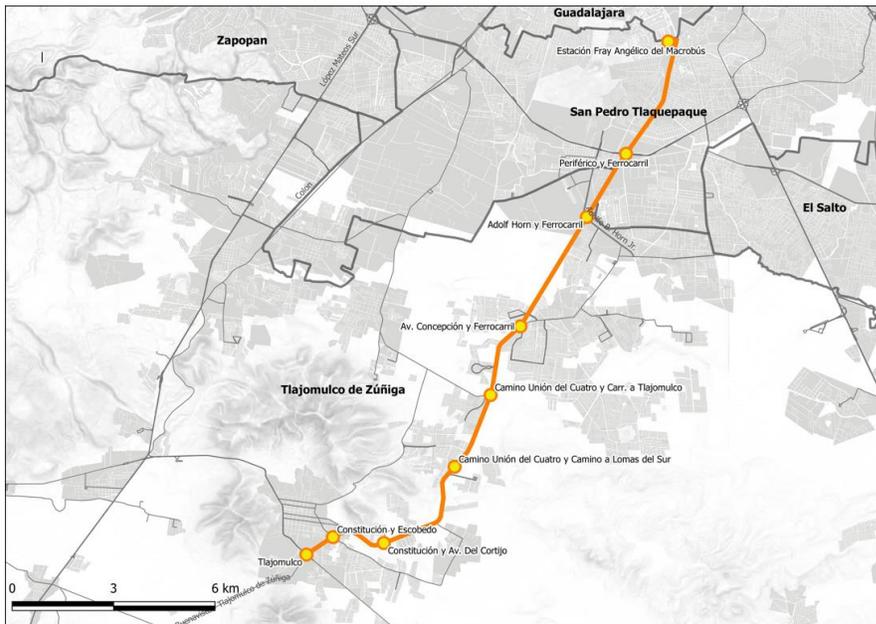
Fuente: Elaboración propia

▪ **Estaciones**

Para la óptima operación del tren ligero se proponen nueve estaciones sobre el corredor, las cuales tendrán una distancia entre estaciones promedio de aproximadamente 2.5 kilómetros y se ubicarán en los puntos con mayores ascensos y descensos y en los puntos con conexiones con otros sistemas de transporte público masivo. A continuación, se enlistan las estaciones en orden norte – sur, que además se muestran en el Mapa 14ª.

1. Estación Fray Angélico del Macrobús
2. Periférico y Ferrocarril
3. Adolf B. Horn y Ferrocarril
4. Avenida Concepción y Ferrocarril
5. Camino a Unión del 4 y Carretera a Tlajomulco
6. Camino a Unión del 4 y Camino a Lomas del Sur
7. Constitución y Avenida del Cortijo
8. Constitución y Escobedo
9. Tlajomulco

*Mapa 14a: Estaciones del corredor troncal*



**Estaciones de Línea 4**

- Trazo Línea 4
- Estaciones

*Fuente: Elaboración propia*

- **Operación del corredor troncal**

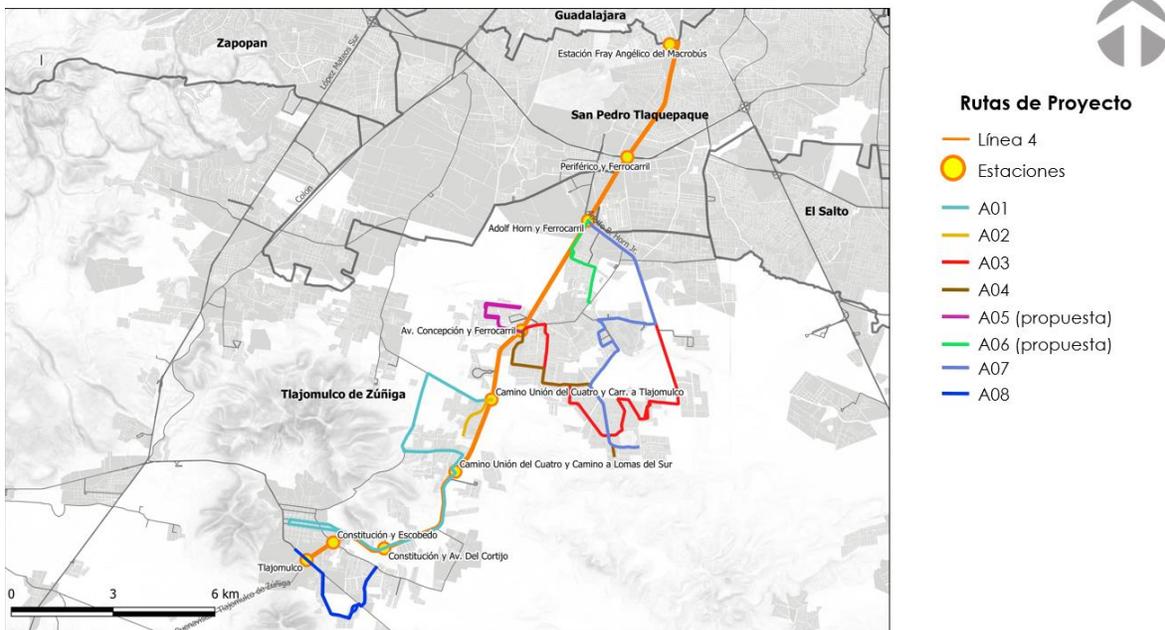
La velocidad comercial del tren se plantea en 25km/h, por lo que realizará su recorrido en 64 minutos. Durante la hora de máxima demanda cada aproximadamente 8 minutos saldrá una unidad hasta alcanzar las 12 unidades. El tren estará diseñado para soportar, en primer el año de operación 2024, una demanda diaria de 51,078 viajes, el 48% de la demanda de viajes del sistema.

- **Rutas alimentadoras**

Además del corredor troncal se plantea la reestructuración de las rutas de transporte público en el área de influencia, que tendrán una demanda diaria de 55,171 viajes promedio, el 52% de la demanda del sistema.

Ocho rutas se designarán como alimentadoras del sistema, las cuales contarán con un parque vehicular mixto compuesto por 52 unidades, de las cuales 19 serán de tipo van y 33 serán autobuses. Se observan las seis rutas actuales bajo el nombre de rutas de referencia, mientras que las dos rutas alimentadoras A05 Y A06 son de propuesta, como se muestra en el Mapa 9b.

Mapa 9b: Rutas de proyecto



Fuente: Elaboración propia

De estas rutas la mitad de será operada por autobuses, mientras que la otra mitad será operada por unidades tipo van debido a su menor longitud de recorrido y a su menor demanda diaria de pasajeros.

Se plantea una velocidad comercial promedio de 13.4 kilómetros por hora para todas las rutas de transporte y de 15km/h para el tren, logrando así recorridos entre los 17 y 84 minutos en ida y entre los 24 y 135 minutos en ida y vuelta.

La demanda diaria de viajes por ruta tendrá una variación de entre los 3,886 y los 15,786 viajes diarios.

En la Tabla 10c se observa que únicamente la ruta troncal contará con unidades de reserva; 1. Se muestra también que el sistema operará durante 316 días al año.

*Tabla 10c Flotas y operación de las rutas*

Rutas actuales	Rutas propuestas	Flota operativa	Flota reserva	Longitud	Días año	Tipo de unidad
-	Troncal	11	1	21.8	316	Tren
187	A1	10	0	13.95	316	Autobús
176 A Robles	A2	4	0	1.565	316	Van
187 B (188)	A3	11	0	16.45	316	Autobús
619 amarilla	A4	7	0	6.47	316	Van
-	A5	4	0	2.8	316	Van
-	A6	4	0	3.26	316	Van
623 A	A7	8	0	11.605	316	Autobús
382	A8	4	0	5.23	316	Autobús

*Fuente: Elaboración propia*

En la Tabla 10d se muestra el resumen de la demanda diaria de viajes por tipo de unidad. Se observa que del total de viajes; 106,249, el tren abarcará el 48% de ellos, los autobuses cubrirán el 30% y las van cubrirán el 22% de viajes restante

*Tabla 10d Resumen de demanda diaria de viajes*

Tipo de Unidad	Unidades	Viajes
Tren	12	51,078
Autobús	33	31,714
Van	19	23,457
<b>Total del Sistema</b>	<b>64</b>	<b>106,249</b>

*Fuente: Elaboración propia*

- **Diseño de las estaciones**

Los vehículos propuestos para la Línea 4 de Guadalajara serán tipo Tren-Tram (Unidades Eléctricas) o Tren-Tram (Unidades 100% Eléctricas), en función del resultado de los análisis del tipo de tracción a considerar en la línea (Tecnología Motriz). Actualmente las vías existentes no están electrificadas, y las nuevas se plantea electrificarlas con las mismas características existentes en línea 3.

- **Tipo de estaciones**

Las estaciones son los únicos puntos de parada de los servicios troncales para el ascenso y descenso de pasajeros. Éstas cuentan con una adecuada señalización, mobiliario e iluminación que las convierten en espacios agradables y seguros.

El Sistema de Transporte de Línea 4 contará con un total de ocho estaciones, las cuales se tipificarán en estaciones de transferencia, intermedias y terminales, en una proporción que se muestra en la Tabla 36.

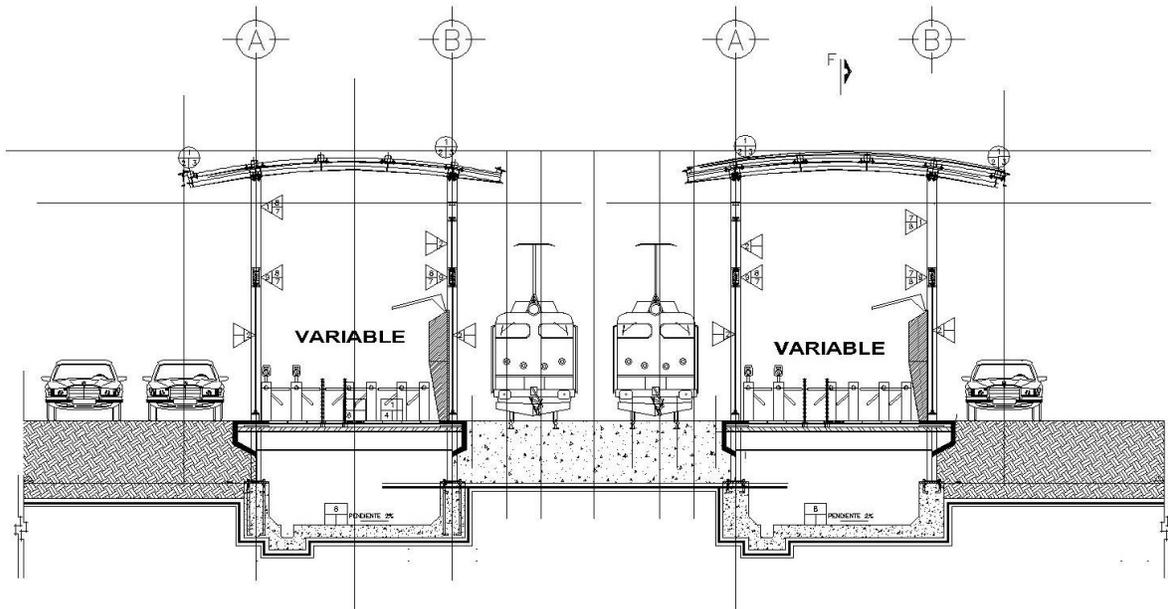
*Tabla 10e Distribución de Estaciones*

Estaciones	
2	Terminales
2	Transferencia
4	Intermedias

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la clasificación anterior, las estaciones intermedias son puntos parada sobre los corredores exclusivos ubicados entre 500 y 700 metros aproximadamente, donde el usuario puede acceder o salir del sistema y pagar por su viaje. En la Ilustración 85 se muestra un diseño conceptual para las estaciones de este tipo.

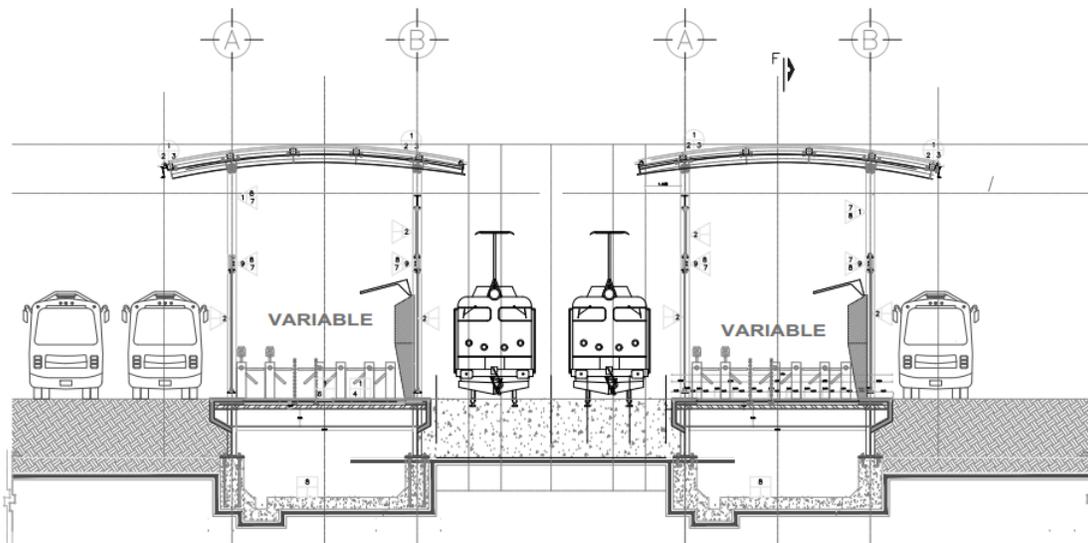
*Ilustración A Diseño conceptual tipo de estación Intermedia*



Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 86 se muestra el tipo de estación de transferencia que se pretende implementar en el sistema troncal. Estas estaciones permiten el cambio modal entre sistemas de transporte, es decir, son puntos de intersección importantes sobre el corredor donde los usuarios pueden realizar transbordos entre buses alimentadores urbanos y el tren ligero. Como se observa la Ilustración 86, las estaciones serán a nivel de piso y los andenes se encontrarán en los lados externos, en donde habrá conexiones directas con las rutas alimentadoras del sistema.

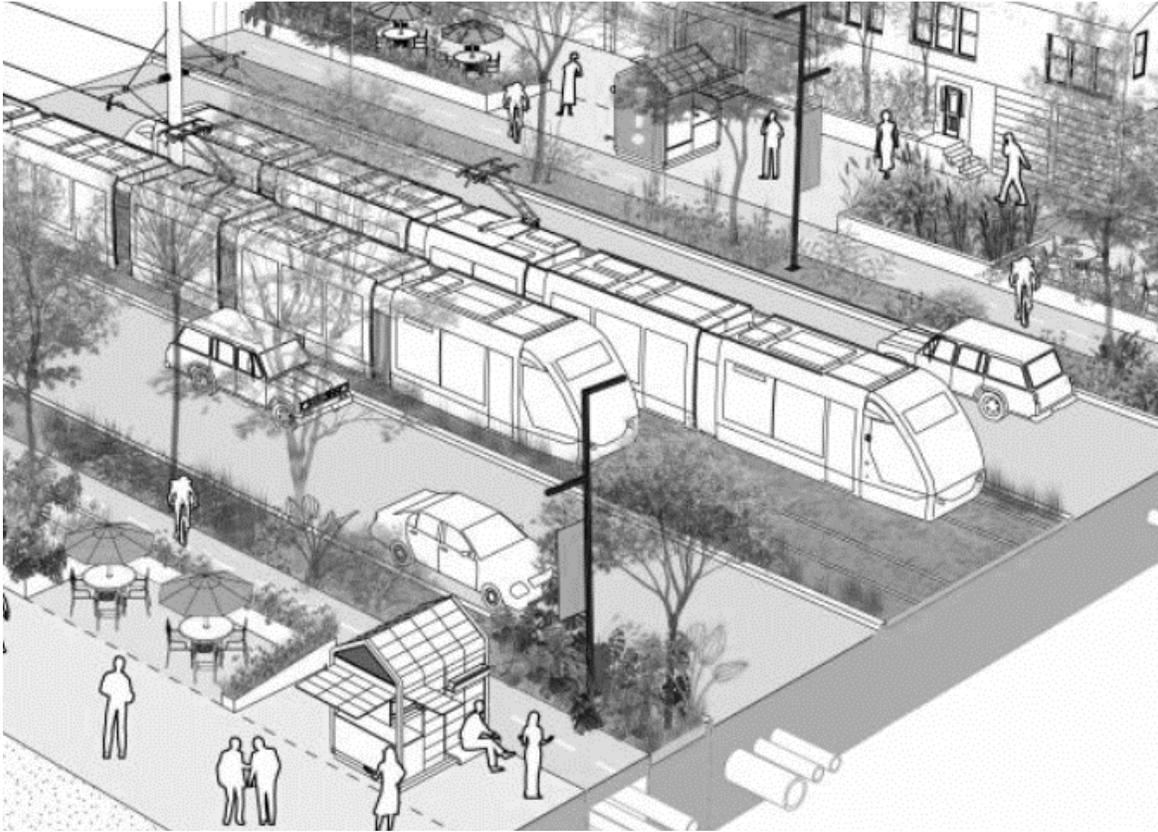
*Ilustración B1 Diseño conceptual tipo de estación de transferencia*



Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 86 se muestra un ejemplo de estaciones terminales que son los puntos de inicio y finalización del sistema troncal. En estas estaciones se realizan transbordos entre los sistemas de transporte público masivo, alimentadores, rutas de transporte intermunicipal y diferentes modos de movilidad.

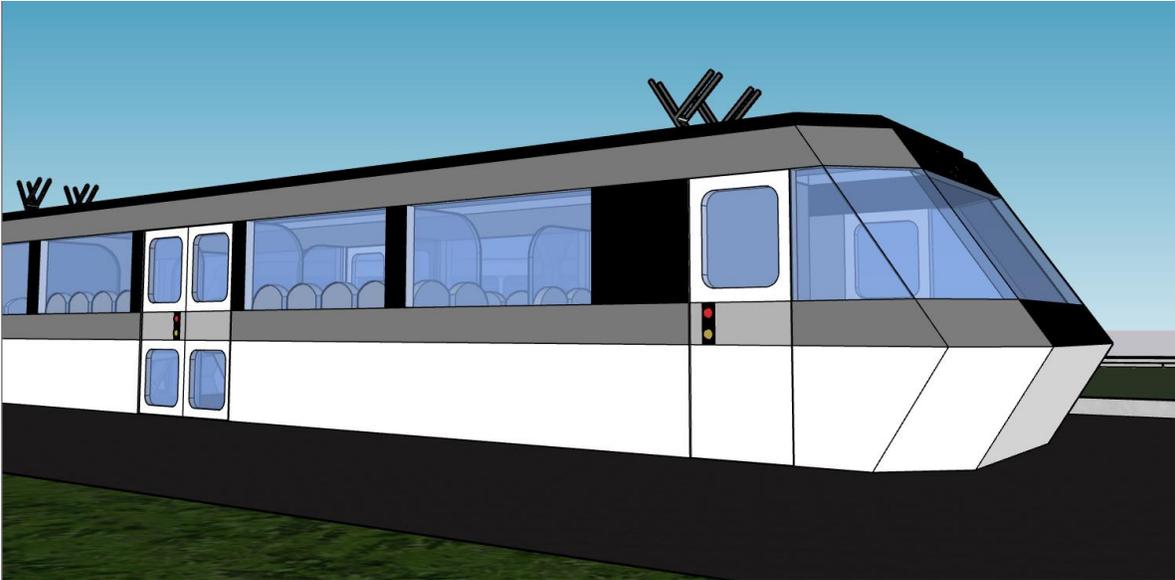
Ilustración C Diseño conceptual de estación terminal



Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 88 se muestra el modelo del tipo del material rodante que se pretende colocar en el proyecto.

*Ilustración D Modelo de material rodante*



Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 89 así como la Ilustración 90 se muestran las vistas del diseño conceptual de las estaciones de transferencia.

*Ilustración E Diseño conceptual de estación de transferencia*



Fuente: Elaboración propia

*Ilustración F Diseño conceptual de estación de transferencia*



Fuente: Elaboración propia

- **Costos paramétricos de las estaciones**

A partir de los costos de construcción de la Línea 1 y 3 del Tren Ligero de Guadalajara se realizó el cálculo promedio de los costos paramétricos para las 8 estaciones de la Línea 4 del Tren Ligero.

Así mismo se identificaron los metros cuadrados que se definieron la propuesta en m<sup>2</sup> a partir de cada tipo de estación de las líneas 1 y 3 como se muestra en la siguiente tabla:

*Tabla 10f Metros cuadrados por tipo de estación de proyectos análogos*

Proyecto	Tipo de estación	m <sup>2</sup>
línea 1	Transferencia	180
	Terminal	437
línea 3	Intermedia	75

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que la Línea 3 del Tren Ligero, inició en su construcción en el 2013 con trece estaciones elevadas, las cuales tuvieron un costo unitario aproximado de \$230 mdp.

Por lo anterior tomando en cuenta el precio unitario y los metros<sup>5</sup> propuestos por estación se calculó el costo por metro cuadrado por estación para Línea 4 del Tren Ligero

*Tabla 10g Costo paramétrico aproximado de las estaciones por m<sup>2</sup>*

Sistema de Transporte de Línea 4			
Concepto	Cantidad	M <sup>2</sup>	\$/M <sup>2</sup>
Estación Intermedia	4	75	\$ 606,667
Estación Transferencia	2	180	\$ 1,516,667
Estación Terminal	2	437	\$ 3,033,333

Fuente: Elaboración propia

<sup>5</sup> Las dimensiones en m<sup>2</sup> correspondientes a cada estación son una aproximación de las estaciones de la Línea 1 (2012) y Línea 3 (2013).

## Conclusiones del Estudio de Demanda

El municipio de Tlajomulco es el municipio que más ha crecido dentro del Área Metropolitana de Guadalajara, tan solo a 2015 creció su población en 31.9%<sup>6</sup> con respecto a 2010, este municipio debe dicho crecimiento debido a que es una alternativa a los precios de la vivienda en los municipios centrales del AMG. Las proyecciones de población demuestran que mantendrá su crecimiento durante, cuando menos, veinte años, ya que tan solo para 2020 su población representará el 7.19%<sup>7</sup> de la población total de Jalisco, por ello se estima que los conjuntos habitacionales aumenten, así como los usos complementarios a la vivienda, entre los que ya se encuentran proyectos para desarrollar centros de educación superior, por mencionar un ejemplo, lo que demandara conexión del municipio a través de un sistema eficiente de transporte masivo.

Los estudios de campo, aforos de transporte público y encuestas origen destino, han encontrado que la zona de estudio se encuentra cubierta por una gran cantidad de rutas que muestran un claro movimiento pendular entre Tlajomulco de Zúñiga y el centro de la ciudad de Guadalajara, los cuales pueden ser organizados en un único corredor troncal que cuente con sus rutas alimentadoras en direcciones oriente – poniente y viceversa.

En la estación 7, ubicada en Adolf B. Horn y Ferrocarril, se concentra la mayor cantidad de pasajeros, esto es debido a que Adolf B. Horn conecta al centro de la AMG con los municipios al sur. En este punto se entre cruzaron siete diferentes rutas.

A partir de los polígonos de carga de las rutas existentes se determinó que seis de ellas pueden ser conservadas como parte del sistema al convertirse en alimentadoras del tren, las cuales deberán ser acompañadas por dos nuevas rutas que cubrirán zonas habitacionales actualmente desatendidas, teniendo así un corredor troncal con ocho rutas alimentadoras.

Al utilizar las vías de ferrocarril existente como derecho de vía del nuevo sistema disminuirá el número de autobuses de transporte público en las vías, por lo que la velocidad de los demás vehículos en la vía aumentará, además de que se espera que se sustituya una parte de viajes realizados en vehículos a viajes realizados en transporte público, lo que disminuiría el desgaste de la infraestructura vial y facilitaría su conservación en el largo plazo.

El 78% de los encuestados dijo sí a cambiar su medio de transporte, lo cual demuestra la percepción de la calidad y eficiencia del sistema existente, que se traduce en el deseo de sustituirlo por uno con mejores condiciones.

---

<sup>6</sup> Tlajomulco de Zúñiga, Diagnostico Municipal, mayo 2018, INEGI

<sup>7</sup> IDEM

## Recomendaciones del Estudio de Demanda

- Se recomienda que los costos paramétricos promedio utilizados en el presente estudio se actualicen en las etapas siguientes del proyecto.
- Se recomienda que el proyecto tenga una integración al Sistema Integral de Transporte de Guadalajara, actualmente en desarrollo, en donde los transbordos entre las alimentadoras y el Tren Ligero estén incluidos en una tarifa integrada, o en su defecto se cobre la mitad de la tarifa en el Tren para un viaje combinado, lo anterior con la finalidad de desarrollar un sistema que se formule desde el principio como un sistema integrado y no aislado, lo cual facilitara exponencialmente su viabilidad
- Finalmente se recomienda que la infraestructura de transporte público para las rutas alimentadoras sea instalada o actualizada siguiendo los estándares de movilidad actuales, es decir, utilizando nuevas tecnologías que brinden seguridad y comodidad a los pasajeros y que se incluyan la información necesaria para el usuario.

## 2. Introducción

---

Ante el constante empeoramiento de la congestión del tráfico y el deterioro de las condiciones ambientales, muchas ciudades de los países en desarrollo han volteado la mirada hacia los sistemas de transporte público masivo en un esfuerzo por revertir la tendencia de aumento de los viajes en transporte privado. En este sentido el papel del transporte público en el desarrollo urbano sostenible se está reconociendo y promoviendo cada vez más como una manera para moderar el cambio climático y aumentar la movilidad sostenible de las ciudades.

El Gobierno del Estado de Jalisco, en línea con esta tendencia, ha puesto en su agenda como tema prioritario el mejorar la movilidad en el Área Metropolitana de Guadalajara (AMG) para lo cual ha considerado al transporte público masivo como eje rector de la planeación contemplando la creación de infraestructura dedicada para este medio de transporte.

El plan considerado por la Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Gobierno del Estado de Jalisco tiene por objetivo proveer al Área Metropolitana de Guadalajara de un sistema de corredores de transporte masivo con base a la estructura vial propuesta y lograr la conectividad de los municipios más alejados, para ofrecer una alternativa eficaz en el transporte de los ciudadanos reduciendo los tiempos actuales de desplazamiento, mediante la reestructuración del transporte público colectivo como líneas alimentadoras del sistema de transporte masivo.

En este contexto, el proyecto de la línea cuatro del tren eléctrico<sup>8</sup> tiene como objetivo el mejoramiento de la movilidad de la ciudad, que permita el mejoramiento de los tiempos de traslado de los habitantes, generando además espacios de calidad en la ciudad para contribuir al mejoramiento de las actividades laborales y sociales. El trazo de la línea 4 conectará al sur de la ciudad a través del corredor de la vía ferroviaria a Manzanillo, a su paso proporcionará una nueva opción de transporte público masivo a dos centros poblacionales importantes del sur, como son la cabecera municipal de Tlajomulco y el fraccionamiento Hacienda Santa Fe.<sup>9</sup>

La línea 4 del tren eléctrico viene a complementar al sistema de Tren Ligero de Guadalajara, que surgió en la década de los ochenta con la finalidad de acabar con los serios problemas de movilidad y falta de transporte que presentaba la ciudad de Guadalajara en dicha época. La primera línea de este Sistema inició operaciones el 1 de septiembre de 1989, después de varios estudios se diseñó un túnel de 5.3 kilómetros de longitud con 7 estaciones, que

---

<sup>8</sup> Como parte de la "Estrategia para transporte masivo y alimentador" del POTMet se tienen proyectados algunos corredores de transporte masivo de pasajeros, entre los que se encuentra el corredor Tlajomulco Centro-Vía Manzanillo, mismo que coincide con la propuesta del Sistema de Transporte Intermodal (SITI) del Tren Eléctrico Urbano (TEU) de Guadalajara presentada en el 2012, a partir de esto al conjunto de propuestas de trazo se les denominará Línea 4 del TEU.

<sup>9</sup> La línea 4 del Tren Eléctrico Urbano se planea entre los municipios de San Pedro Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga a lo largo de un trazo de aproximadamente 20 kilómetros, utilizando el derecho de vía de vías férreas existentes (Corredor).

en un inicio fue utilizado por rutas de trolebuses eléctricos. Esta línea cruza actualmente la Ciudad de Guadalajara por el corredor Federalismo – Colón de Periférico Sur a Periférico Norte, en un tiempo promedio de 30 minutos.

En el inicio de 1990 se inició la construcción de la segunda línea, que transita actualmente por uno de los principales corredores de Guadalajara, la Avenida Javier Mina – Juárez. culminando su construcción 4 años después, el 4 de Julio de 1994 la Línea 2 fue inaugurada. Operando con 10 estaciones subterráneas y 32 trenes.

Actualmente está en construcción la Línea 3, la cual cruzará los municipios de Zapopan, Guadalajara y Tlaquepaque.

Actualmente la Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, impulsa un proceso de evaluación y planificación de la Línea 4 del Tren Ligero para lo cual ha solicitado un servicio de Consultoría para la elaboración del estudio de demanda, que permita determinar la infraestructura necesaria para la ampliación del Sistema del Tren Ligero<sup>10</sup>.

De acuerdo a lo anterior, el objetivo general de la presente consultoría fue elaborar el estudio de demanda para la Línea 4 del Tren Eléctrico Urbano, considerando su integración con los sistemas existentes y proyectados para el AMG, así como sus aspectos operacionales y funcionales, para lo cual la Secretaria de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco ha contratado a IKONS Infraestructura y Servicios SA de CV (SIOP-F-SRP-SER-CI-617-2019) para la provisión de estos servicios, que consideraron las siguientes actividades específicas:

a) Recopilación de información de Campo:

- Inventario actualizado de las rutas que operan en el área de influencia de la Línea 4, el cual incluirá sus parámetros de operación (Parque vehicular, frecuencia de paso, tipo de unidades, tiempo de recorrido, horarios de servicio)
- Estudios de frecuencia de paso y ocupación visual en 21 intersecciones definidas entre estas diez intersecciones se incluirán puntos de aforo del proyecto original y puntos requeridos para calibración del modelo. El periodo de observación en cada una de las intersecciones mencionadas será de 16 horas (06:00 a 22:00).
- Estudio de ascenso y descenso de las rutas que pertenecen al área de influencia de la Línea 4, en hora pico y hora valle.
- Encuesta de origen y destino a bordo, así como en paraderos en el área de influencia de la Línea 4
- Encuesta de preferencias declaradas, en los principales paraderos y a bordo de las rutas que se determine pertenecen al área de influencia de la Línea 4

<sup>10</sup> Tecnología férrea eléctrica que opera ya sea como un carro sencillo o un corto tren de carros, en carriles con derecho de vía exclusivo en superficie con conectores aéreos eléctricos

b) Modelación de Transporte (Calibración)

De acuerdo con lo establecido en los Términos de Referencia del Estudio, para la modelación de transporte se utilizará el modelo de planificación de transporte existente que proporcionará El Contratante, el cual considera la modelación de los siguientes periodos horarios:

- Periodo Pico de la Mañana (PPM) que comprende el tramo horario de 06:00-09:59.
- Periodo entre Picos (PEP) que comprende el tramo horario de 10:00 a 16:59
- Periodo Pico de la Tarde (PPT) que comprende el tramo horario de 17:00-20:59

c) Elaboración del Modelo de Transporte

Para la elaboración del modelo de transporte específico para la simulación de la demanda de la línea 4, se consideran las siguientes actividades:

- Generar la zonificación en el área de influencia de la Línea 4, validación del modelo de oferta de la red vial y de servicios de transporte público.
- Revisar las rutas y servicios de transporte público del modelo con la finalidad de mejorar el proceso de calibración. La red de rutas de transporte público del AMG en el modelo será revisada y validada.
- Validar el modelo de transporte para el periodo pico de la mañana.
- Validar los resultados de la demanda en el periodo pico de la mañana en días laborables, indicando los flujos por tramos a lo largo de la línea y en los paraderos.
- Validar el resultado de la asignación de la demanda por modo de transporte a nivel de arco, paraderos o estaciones y terminales del sistema. Asimismo, se revisará los resultados del modelo para la estimación de flota y diseño operacional del corredor.
- Revisar los parámetros resultantes del modelo, en cada escenario, para efecto de evaluación social y privada de cada corredor, tomando en cuenta lo siguiente:
  - Revisión y validación de información sobre los recorridos totales por modo de transporte en cada escenario, tiempo y velocidades promedios.
  - Revisión y validación de información de demanda en las estaciones de la troncal y de las rutas alimentadoras, así como toda aquella información relevante para validar el dimensionamiento y evaluación del Proyecto.

d) Diseño Conceptual de las Estaciones y estimación de Costos paramétricos de ellas.

A partir de las tareas anteriores, se realizarán las siguientes actividades:

- Se elaborará el diseño conceptual de las estaciones, y propuesta de ubicación, considerando el escenario óptimo evaluado en las tareas anteriores
- Utilizando la salida del modelo, se determinará los distintos tipos de estaciones (estaciones, terminales y centros de transbordo) que se requieren, así como sus correspondientes dimensiones, costos paramétricos y ubicación geográfica.
- Para tal efecto, se tomará en consideración la infraestructura existente en la ubicación propuesta, así como la demanda estimada por el modelo para cada estación.

En el **Capítulo 3** se presenta el área de influencia del del Estudio de Demanda, que derivo de las actividades de estudio de campo desarrolladas durante la ejecución del estudio, en el **Capítulo 4** se presenta las características físicas de la oferta de la Línea 4, en el **Capítulo 5** se presentan Los Resultados del Estudio de Demanda del transporte público de la Línea 4, en el **Capítulo 6** se presenta la modelación a través del modelo de demanda de la situación con proyecto, en el **Capítulo 7** se presenta la demanda del sistema con proyecto, en el **Capítulo 8** se presenta la propuesta del sistema de la Línea 4 para finalmente en el **Capítulo 9** encontrar la conclusiones y principales recomendaciones resultado de este Estudio de Demanda.

### 3. Área de Influencia del Estudio de Demanda de la Línea 4

El trazo de la línea 4 del Tren Eléctrico Urbano comunicará al sur de la ciudad a través del corredor de la vía ferroviaria a Manzanillo, ofreciendo una nueva opción de transporte público masivo en la Guadalajara, por lo anterior el área del Estudio de Demanda se circunscribe a un radio de un kilómetro a ambos lados del trazo de Línea 4, tal como se muestra en el *Mapa 10*. Esta área se compone por un tejido urbano heterogéneo con la presencia de áreas agrícolas, zonas habitacionales consolidadas y otras en consolidación y centros industriales, por mencionar los más representativos.



Fuente: Elaboración propia

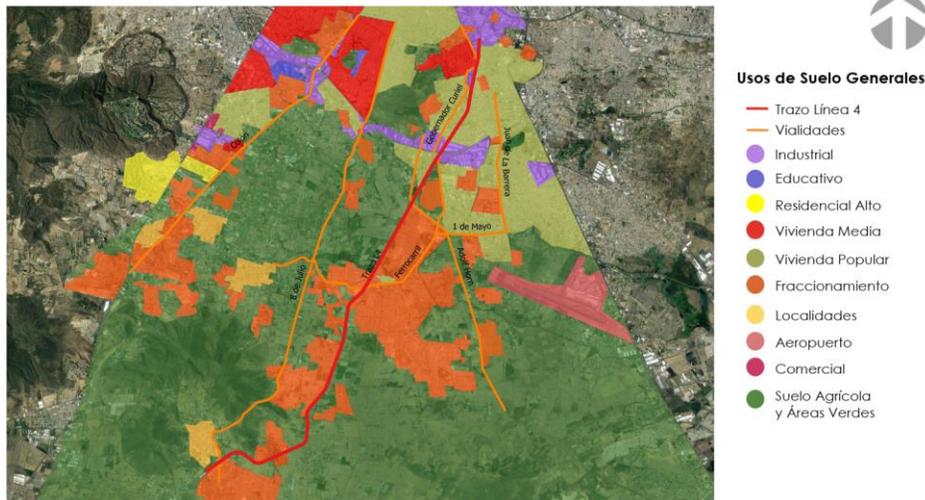
- **Uso de Suelo del área de Influencia**

En el área de influencia del Estudio se encuentran diversos usos de suelo, en donde predomina el uso habitacional con diferentes clasificaciones, tales como la vivienda de tipo medio / popular en el sur de Tlaquepaque, como inicio de la parte periférica del AMG, así como residencial alto en el poniente de Tlajomulco junto al municipio de Zapopan y los conjuntos habitacionales de vivienda social en el centro y sur del Tlajomulco, los cuales conviven con zonas agrícolas productivas, como se muestra en el *Mapa 11*.

La zona industrial se encuentra al norte de la zona de estudio siguiendo el corredor de Periférico desviándose por Av. Gobernador Curiel, en donde se localizan complejos industriales como el grupo Peñafiel, los dulces De la Rosa, Maseca, Bimbo y Lala por mencionar algunos.

Los equipamientos educativos más relevantes que se pueden observar son campus universitarios, uno es el ITESO (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente) y otro la UVM (Universidad del Valle de México). El Aeropuerto Internacional de Guadalajara Miguel Hidalgo y Costilla se ubica en el límite oriente del área de estudio, el cual se encuentra con sus alrededores libres.

Mapa 11 Usos de suelo



Fuente: Elaboración propia

- **Atractores de Viajes**

En el *Mapa 12* se muestran los atractores dentro del área de influencia antes mencionada, en donde se encuentran quince elementos de mayor atracción de viajes. El primero de ellos es Tlaquepark, un parque industrial donde se concentran diversas empresas, de la misma manera se encuentran las naves industriales de grupo Lala, Maseca, Sello Rojo y De la Rosa a lo largo del trazo propuesto.

Otros puntos atractores de viajes son los centros educativos, entre los que se encuentran el CECYTEJ 2, la Universidad Politécnica, la Preparatoria Regional de Tlajomulco y el Centro Tecnológico de Tlajomulco. A estos puntos de atracción se podrá agregar el Centro Universitario de Tlajomulco el cual se encuentra en proyecto.

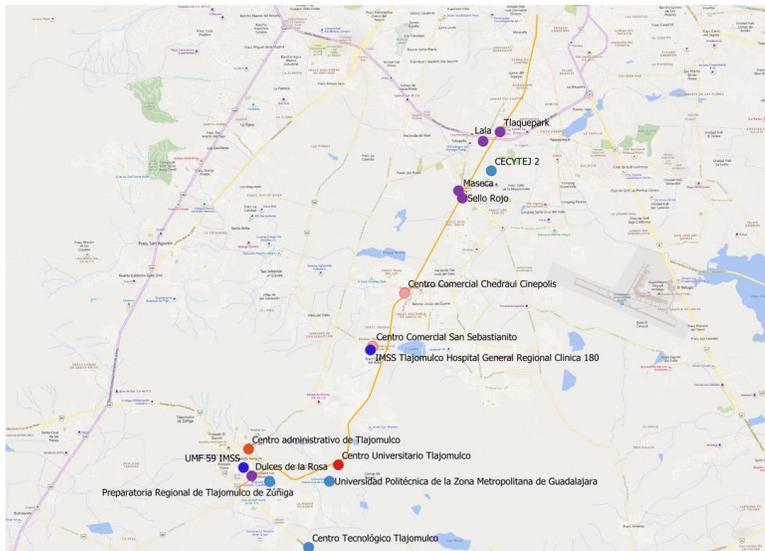
Otros equipamientos atractores de viajes son las unidades médicas. Lo largo del área de estudio se encuentran dos; la primera de ellas es la UMF 59 del IMSS, que atrae los viajes correspondientes a su radio de cobertura, y la segunda, la Clínica General Regional del

IMSS 180, la cual genera aún más viajes por el tipo de atención que brinda, además de que su radio de cobertura es mayor.

Sobre el trazo de Línea 4 se encuentran dos centros comerciales; el Centro Comercial Cinépolis Chedraui y el Centro Comercial San Sebastianito, los cuales son los atractores de viajes de tipo comercial más importantes del área de estudio.

Finalmente, el Ayuntamiento Municipal de Tlajomulco es el único atractor de viajes de tipo administrativo.

**Mapa 12 Atractores de Viajes**



**Atractores de Viajes**

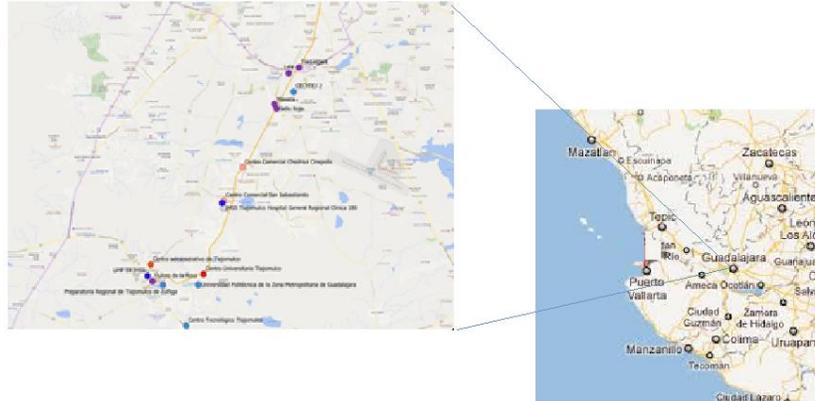
- Trazo Línea 4
- Industrial
- Educativo
- Salud
- Administrativo
- Comercial
- Proyecto

Fuente: Elaboración propia

- **Entorno Poblacional del Área Metropolitana de Guadalajara**

En este apartado, se describe el entorno poblacional del área metropolitana de Guadalajara, la cual es la zona de impacto del presente estudio; siendo el objetivo, conocer su entorno poblacional, así como el dinamismo que ha presentado en los últimos años.

*Mapa 13.a Localización Geográfica del Estudio*



Fuente: Elaboración propia

El Área Metropolitana de Guadalajara (AMG) se localiza en la parte central del estado de Jalisco y oficialmente la conforman ocho municipios, de los cuales seis se consideran como centrales y dos como exteriores, los cuales, aunque son considerados dentro del Área Metropolitana no forman parte de su continua mancha urbana, siendo estos los de Juanacatlán e Ixtlahuacán de los Membrillos. El Gobierno del Estado de Jalisco a 2013<sup>11</sup> estimó contar con una población a 2013, de 4'641,511 habitantes en los 2,734 km<sup>2</sup> del AMG, lo cual permite vislumbrar que la densidad poblacional de 1,622 habitantes por km<sup>2</sup> a dicho año, como resultado de crecimientos quinquenales en torno de 1.7%, siendo Guadalajara el municipio más poblado con cerca de 1.5 millones de habitantes.

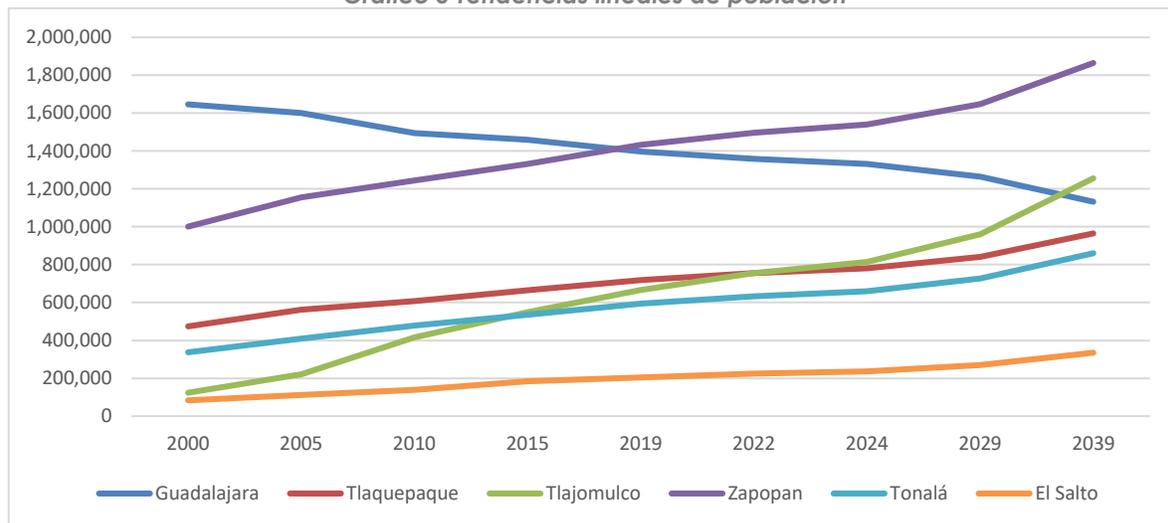
El AMG es la segunda zona metropolitana con mayor población, detrás del Valle de México.

De acuerdo con las tendencias obtenidas a partir de los censos y conteos de población de INEGI 2005, 2010 y 2015 se confirma que el AMG continuará su expansión en los municipios del Área Metropolitana, mientras que en el municipio de Guadalajara la población residente disminuirá. En el Gráfico 5 se muestra que los municipios que más aumentarán en población son Zapopan y Tlajomulco, este último superaría al municipio de Guadalajara en caso de que se mantuvieran las tendencias de construcción y habitación

<sup>11</sup> Información a partir de Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI la cual estimó 4'434,878 habitantes en el AMG, <https://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/guadalajara>

del municipio, lo cual es poco factible por posibles cambios en la legislación, así como una nueva corriente urbanística con mayores densidades.

**Gráfico 5 Tendencias lineales de población**



Fuente: Elaboración propia

Con el fin de entender el comportamiento real futuro de la demanda del sistema es necesario contemplar el crecimiento de la población<sup>12</sup> en las cuencas de captación, de los municipios de influencia inmediata en un radio de influencia de un kilómetro a partir del trazo propuesto; Guadalajara, Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga. Estas tres cuencas se componen de los AGEBS (Área Geoestadística Básica es la extensión territorial que corresponde a la subdivisión de las Áreas Geoestadísticas Municipales y dependiendo de sus características se clasifican en urbana o rural) de cada municipio que están dentro del área de influencia determinada para el proyecto.

El uso de estas proyecciones y planes tienen como finalidad obtener un mejor aproximado a la población futura de la cuenca, en donde se generará la mayor cantidad de viajes.

En la Tabla 4 se muestran las poblaciones de cada una de las cuencas. Se observa que entre 2020 y 2050 la población aumentará en más de 100,000 habitantes, casi un 70%. Estos datos son necesarios para expandir la matriz origen destino, la cual asignará los viajes correspondientes en el modelo en los escenarios futuros. La cuenca de Tlajomulco será la que más aumento tenga, seguida por Tlaquepaque y, por último, Guadalajara. Esto se debe también a que la mayor parte del trazo se encuentra sobre Tlajomulco.

<sup>12</sup> Los datos de población se obtuvieron de los diferentes censos y conteos de población del INEGI 2005, 2010 y 2015, de las proyecciones de población de CONAPO y de los planes de desarrollo urbano, de tipo conservador, de los municipios antes mencionados, los cuales fueron otorgados por SIOP

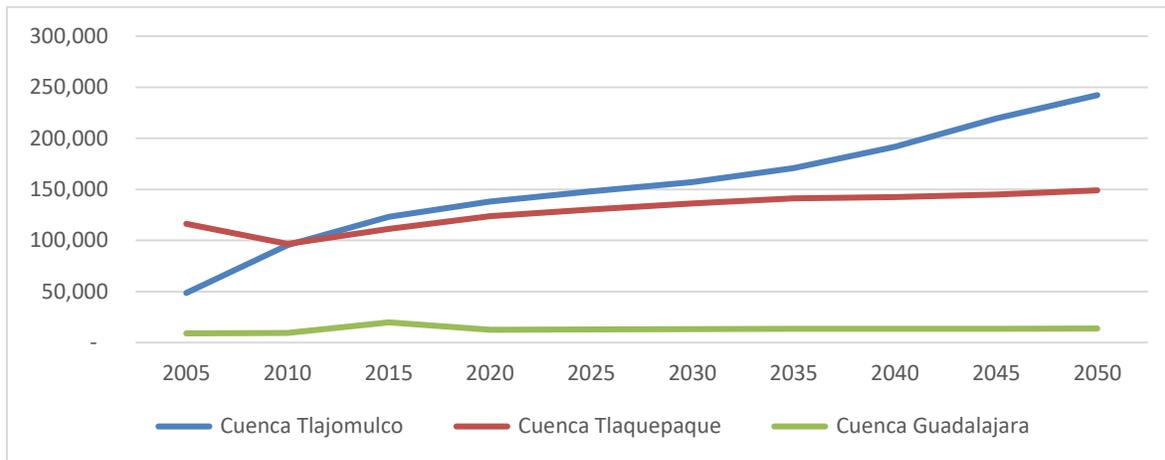
**Tabla 4 Proyecciones de población por cuenca**

Cuenca	INEGI			CONAPO			Densidad de Plan de Desarrollo Conservador			
	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Cuenca Tlajomulco	48,561	95,363	123,016	137,968	147,956	156,978	170,814	191,768	219,553	242,329
Cuenca Tlaquepaque	116,301	96,628	111,340	123,857	130,315	136,293	141,310	142,402	144,952	149,079
Cuenca Guadalajara	8,953	9,301	19,778	12,536	12,901	13,209	13,352	13,555	13,619	13,663
<b>Total</b>	<b>173,815</b>	<b>201,292</b>	<b>254,134</b>	<b>274,361</b>	<b>291,172</b>	<b>306,480</b>	<b>325,476</b>	<b>347,725</b>	<b>378,124</b>	<b>405,071</b>

Fuente: SIOP

En el Gráfico 6 se muestra de manera visual el crecimiento de la población de las cuencas utilizando las variables antes mencionadas. Se observa que para el 2050 la cuenca en conjunto tendrá una población de más de 400,000 personas. Esta población será la que requerirá, en mayor medida, de un sistema de transporte público masivo.

**Gráfico 6 Proyecciones de población de las cuencas**



Fuente: SIOP

## 4. Características físicas de la Oferta (Inventario)

---

Con el fin de registrar los aspectos relevantes de la información recabada en campo, referente a las características físicas y operativas de la Oferta del Área de Influencia de la Línea 4 y con el fin de desarrollar el diagnóstico que establezca las acciones para optimizar la operación del sistema, se realizó el inventario de la oferta, donde fueron levantadas las secciones del corredor; el tipo y estado de conservación del pavimento, señalamiento horizontal y vertical a lo largo de los 20 kilómetros que comprende el corredor, así como los siete tramos adicionales considerados como trazos alternativos.

- **Geometría de Vialidades**
  - **Clasificación de Vialidades**

### **Trazo de Línea 4**

El tramo tiene una longitud de 20km, este inicia en el cruce de avenida Gobernador Curiel y Avenida Arquitectura y termina en el cruce de Ferrocarril y Circuito Metropolitano Sur.

### **Juan de la Barrera**

La vía es también conocida como la antigua carretera a Chapala. Tiene una longitud de 5.61 kilómetros. El tramo comienza de la calle Juan Escutia y termina en la Avenida 1° de mayo.

### **Gobernador Curiel**

El tramo tiene una longitud de 5.79 kilometros, este comienza en el cruce con la avenida Patria y termina en la intersección con Periferico sur.

### **Ferrocarril**

El tramo comienza en la intersección de Periférico sur y la avenida Ferrocarril, para continuar sobre la avenida Santa Cruz del Valle, que a su vez se vuelve la avenida Concepción, el tramo termina en el cruce de la avenida Rastro (lomas del molino) con la calle Paseo de la Rosas. Tiene una longitud de 11.6 kilómetros,

### **Cristobal Colón / Camino Real**

El tramo inicia en la intersección de avenida Cristóbal Colón y avenida Patria y termina en el cruce de la avenida Camino Real y la carretera López Mateos. La longitud del tramo es del 14.1 kilómetros.



Mapa 15 Sentidos de circulación



Sentido de las Vialidades

- Unidireccional
- ↔ Bidireccional

Fuente: Elaboración propia

▪ **Secciones Transversales**

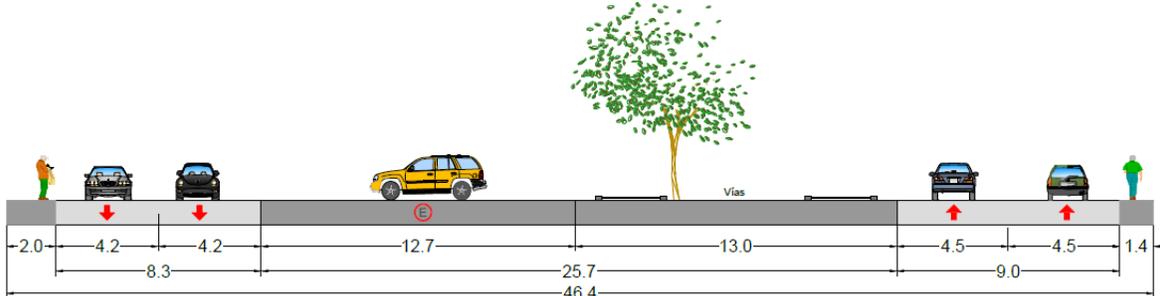
**Tramo 1 – Trazo Línea 4**

Para este tramo se consideraron cinco puntos para la realización de las secciones, los cuales consideran los cambios de sección más relevantes.

**Trazo Línea 4 – Gobernador Curiel**

En este tramo, la vía tiene una sección de 46.4m y está compuesta por dos cuerpos de doble sentido separados por un camellón, como puede verse en la *Ilustración 2*. El camellón tiene una sección de 25.7 y en este se encuentran las vías del ferrocarril. Ambos cuerpos cuentan con dos carriles de circulación de más de 4m de ancho. Las banquetas son reducidas, solo una alcanza los 2m.

Ilustración 2 Sección Transversal Gobernador Curiel en Cardenal



Fuente: Elaboración propia

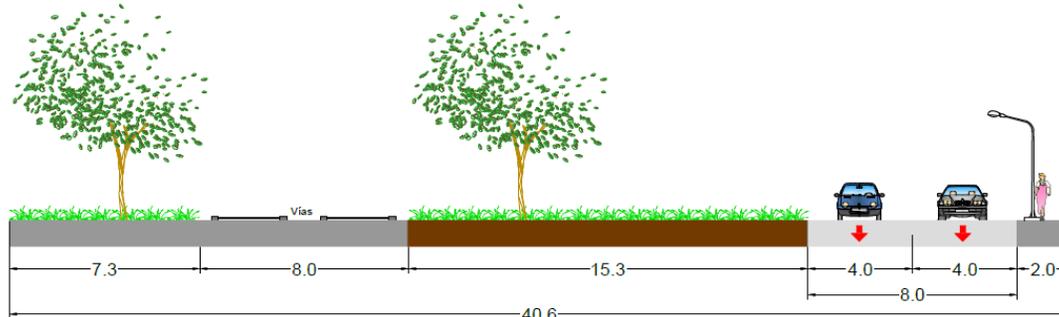
**Trazo Línea 4 – San Nicolás**

Torre Picasso  
Boulevard Manuel Ávila Camacho # 88,  
Colonia Lomas de Chapultepec,  
C.P. 11000, Ciudad de México, México  
Teléfono: (52) 5563817518

Torre HSBC  
Av. Américas 1501 Piso 20 A,  
Sao Paulo,  
C.P. 44630, Guadalajara Jalisco, México  
Teléfono: (33) 80000083

La sección de San Nicolás es, en su intersección con Valle de San Víctor, de 40.6m, los cuales se dividen en un cuerpo de circulación, un camellón con vegetación y las vías del tren, como se puede ver en la *Ilustración 3*. El cuerpo vehicular cuenta con una sección de 8m y dos carriles de circulación de 4m. La banqueta tiene un ancho de 2m.

*Ilustración 3 Sección transversal de San Nicolás en Valle de San Víctor*

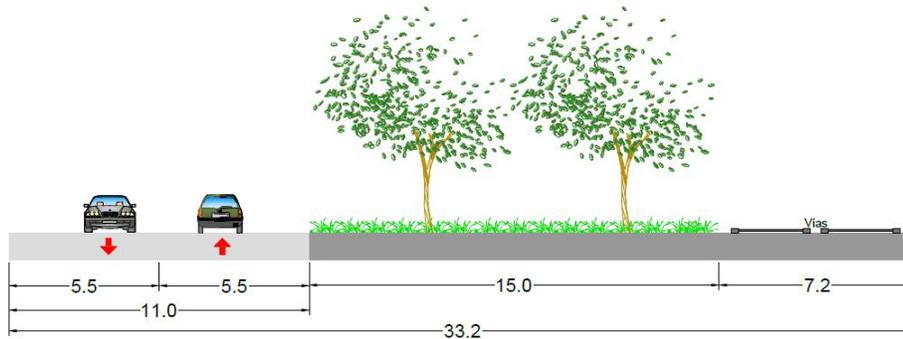


*Fuente: Elaboración propia*

#### Trazo Línea 4 – Camino a Unión del 4

En su intersección con la Carretera Sebastián el Grande, Camino a Unión del 4 tiene una sección de 33.2m y se compone por un cuerpo de circulación y un camellón con vegetación en donde se ubican las vías del ferrocarril, como se muestra en la *Ilustración 4*. El cuerpo tiene una sección de 11m y cuenta con dos carriles de circulación de 5.5m.

*Ilustración 4 Sección transversal de Camino a Unión del 4 en Carretera a Sebastián el Grande*

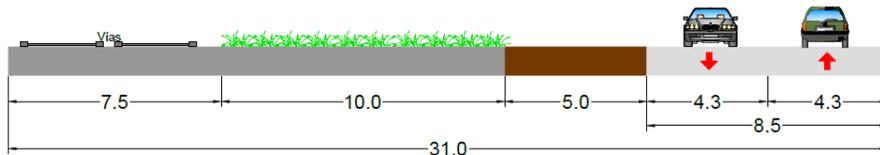


*Fuente: Elaboración propia*

#### Trazo Línea 4 – Constitución

A la altura del centro de distribución Mega Empak, la vía cuenta con una sección de 31m, los cuales se componen por un cuerpo de circulación vehicular y un camellón con vegetación que cuenta con las vías del tren, como se puede ver en la *Ilustración 5*. El cuerpo de circulación tiene un ancho de 8.5m y cuenta con dos carriles, en doble sentido, de más de 4m.

*Ilustración 5 Sección transversal de Constitución oriente en Mega Empak*

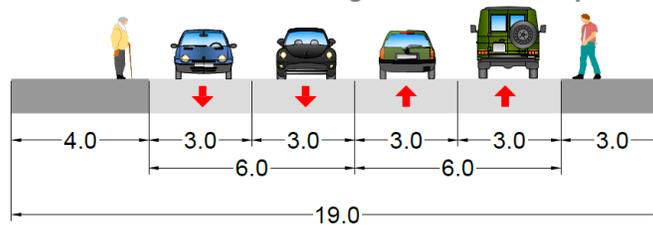


Fuente: Elaboración propia

### Tramo 2 – Antigua Carretera a Chapala / Juan de la Barrera

La Antigua Carretera a Chapala cuenta con una sección de 19m y se compone por un único cuerpo con cuatro carriles de circulación de doble sentido. Los carriles miden 3m cada uno, mientras que las banquetas superan los 3m, como se puede ver en la *Ilustración 6*.

*Ilustración 6 Sección transversal de la Antigua Carretera a Chapala en Popocátépetl*

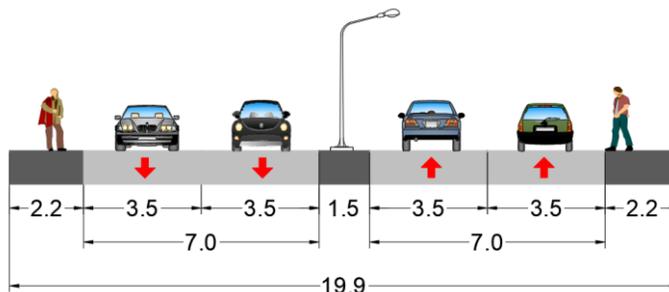


Fuente: Elaboración propia

### Tramo 3 – Gobernador Curiel

La vía cuenta con una sección de 19.9m, los cuales están distribuidos en dos cuerpos de circulación, de doble sentido, separados por una isla de 1.5m, como se muestra en la *Ilustración 7*. Los cuerpos tienen un ancho de 7m, logrando así carriles de 3.5m. Las banquetas son mayores a los 2m en ambos lados de la vía.

*Ilustración 7 Sección transversal Gobernador Curiel en Morelos*

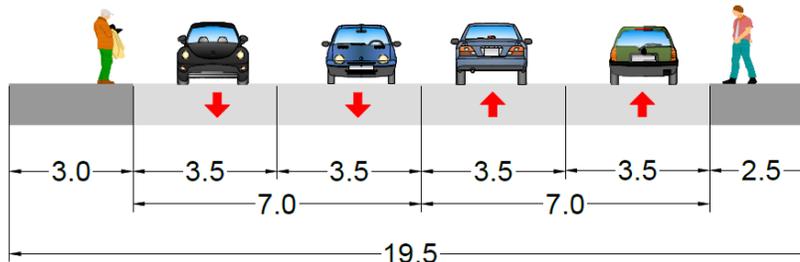


Fuente: Elaboración propia

#### Tramo 4 – Ferrocarril / Concepción

La vía cuenta con una sección de 19.5m y está conformada por un cuerpo de circulación con cuatro carriles bidireccionales de 3.5m de ancho cada uno. Las banquetas son amplias y alcanzan los 3m cada una, como se muestra en la *Ilustración 8*.

*Ilustración 8 Sección transversal Concepción en Las Américas*

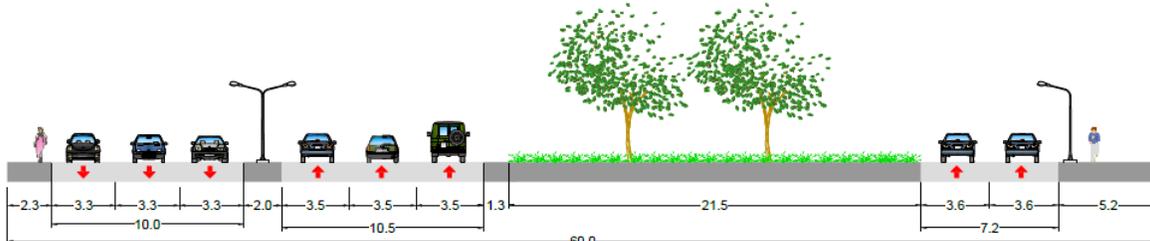


Fuente: Elaboración propia

#### Tramo 5 – Camino Real a Colima / Colón

La vía tiene una sección de 60m y se compone por tres cuerpos de circulación separados por un camellón arbolado, de 21.5m, y una isla, tal como se muestra en la *Ilustración 9*. Los cuerpos centrales cuentan con tres carriles de entre 3.3 y 3.5m de ancho, mientras que el cuerpo lateral tiene un ancho de 7.2m en el que operan dos carriles de 3.6m. Las banquetas superan los 2m de ancho.

*Ilustración 9 Sección transversal de Camino Real a Colima en 17 de mayo*

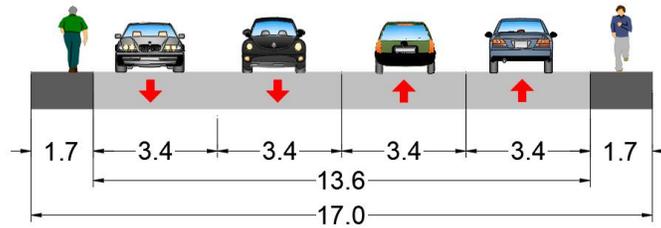


Fuente: Elaboración propia

#### Tramo 6 – Adolf B. Horn

La vía tiene una sección de 17m y se compone por un único cuerpo de 13.6 metros que cuenta con cuatro carriles de circulación bidireccionales de 3.4m de ancho, como se puede ver en la *Ilustración 10*. Las banquetas en este tramo son estrechas y no alcanzan los 2m de ancho.

*Ilustración 10 Sección transversal de Adolf B. Horn en Villa del Parque*

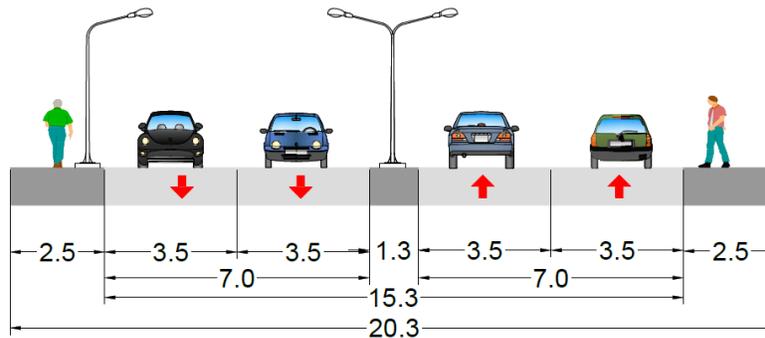


Fuente: Elaboración propia

### Tramo 7 – 8 de julio

La vía tiene una sección de 20.3m y se compone por dos cuerpos de circulación bidireccional de 7m divididos por una isla de 1.3m, como se muestra en la *Ilustración 11*. Cada cuerpo cuenta con dos carriles de circulación de 3.5m y las banquetas miden 2.5m.

*Ilustración 11 Sección transversal 8 de julio en Avenida Vilalta*

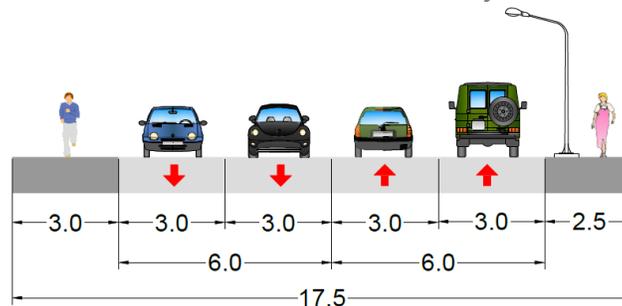


Fuente: Elaboración propia

### Tramo 8 – 1° de mayo

La vía tiene una sección de 17.5m y se compone por un único cuerpo de circulación bidireccional de 12m de ancho que permite cuatro carriles de 3m, como se puede ver en la *Ilustración 12*. Las banquetas superan los 2.5m de ancho en ambos casos.

*Ilustración 12 Sección transversal de 1° de mayo en El Candado*



Fuente: Elaboración propia

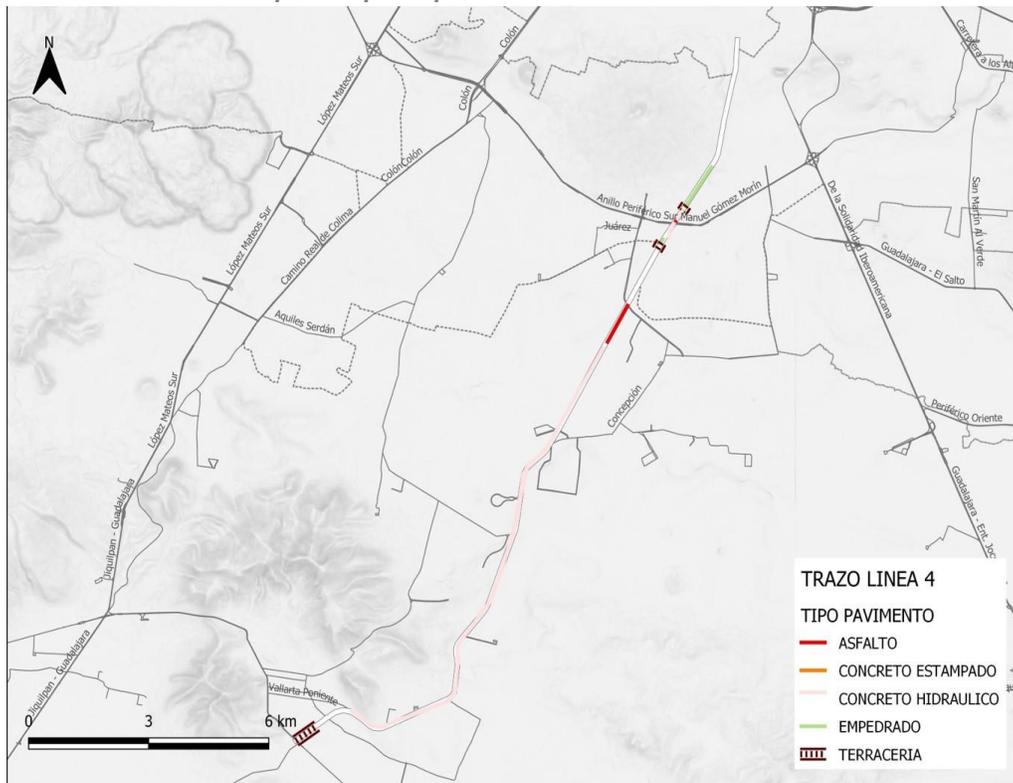
- **Tipo y Estado de Conservación del Pavimento**

- **Tipo de Pavimento**

**Tramo 1 – Línea 4**

En el Mapa 16 se muestran las secciones en las que existe pavimento para la circulación de los vehículos, aproximadamente un 70% del tramo debido a la presencia de puntos en los que solo existen vías férreas, por donde circulará el tren ligero. En el tramo fueron identificados cuatro diferentes tipos de pavimento; concreto hidráulico, asfalto, empedrados y terracerías.

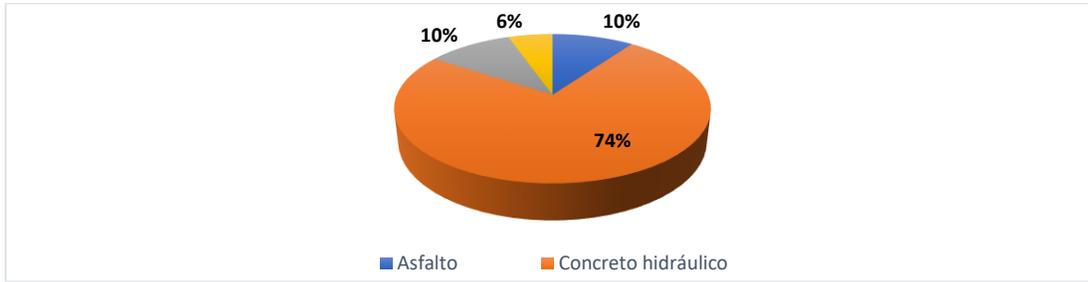
**Mapa 16 Tipo de pavimento del T1 Trazo Línea 4**



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el **Gráfico 7**, el concreto hidráulico es el tipo de pavimento predominante con presencia en el 74% del tramo, el asfalto y el empedrado representan un 10% cada uno, mientras que el 6% restante se compone por caminos de terracería.

**Gráfico 7 Porcentaje por tipo de pavimento T2**



Fuente: Elaboración propia

**Tramo 2 – Juan de la Barrera / Antigua carretera de Chapala**

En el *Mapa 17* se muestra la presencia del pavimento y su tipo en el tramo, el cual está totalmente pavimentado. En el recorrido se identificaron dos tipos distintos de pavimento; concreto hidráulico y asfalto.

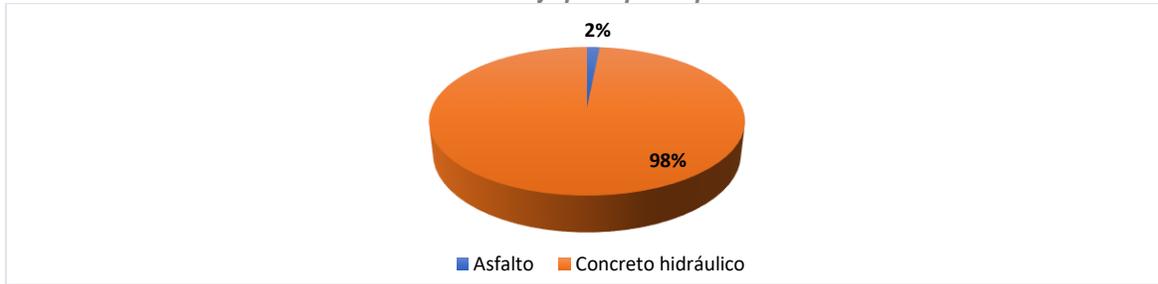
**Mapa 17 Tipo de pavimento T2 Juan de la Barrera**



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el *Gráfico 8*, el 98% del pavimento es de concreto hidráulico, mientras que el 2% restante es pavimento asfáltico, este se ubica de a la altura del Periférico.

**Gráfico 8 Porcentaje por tipo de pavimento T2**

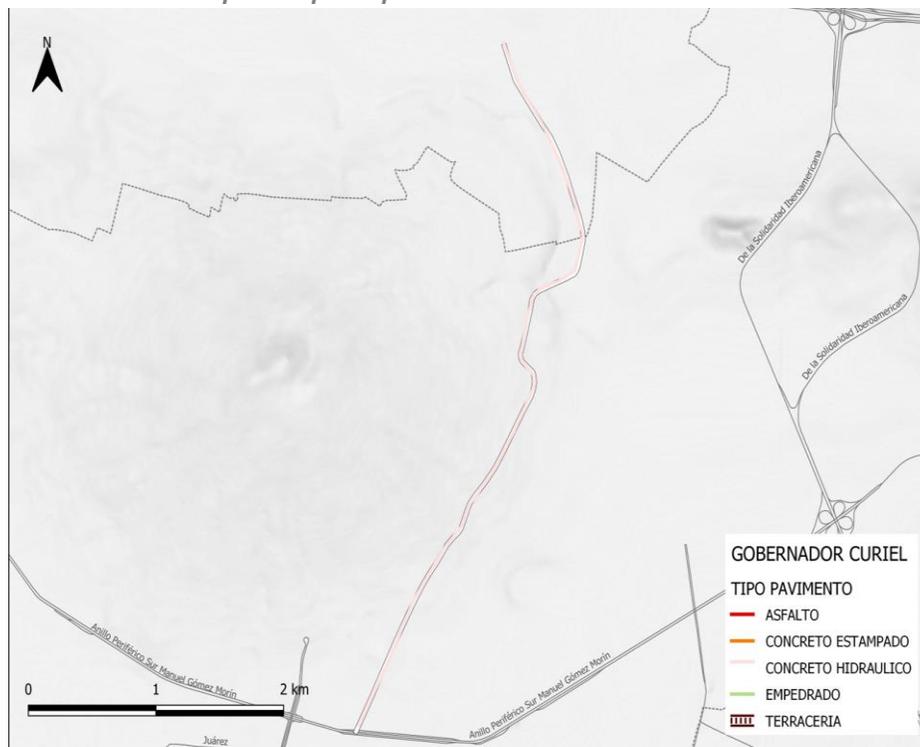


Fuente: Elaboración propia

### Tramo 3 – Gobernador Curiel

En el *Mapa 18* se muestra la presencia de pavimento, así como su tipo en el tramo, el cual resultó pavimentado en su totalidad con concreto hidráulico.

**Mapa 18 Tipo de pavimento T3 Gobernador Curiel**

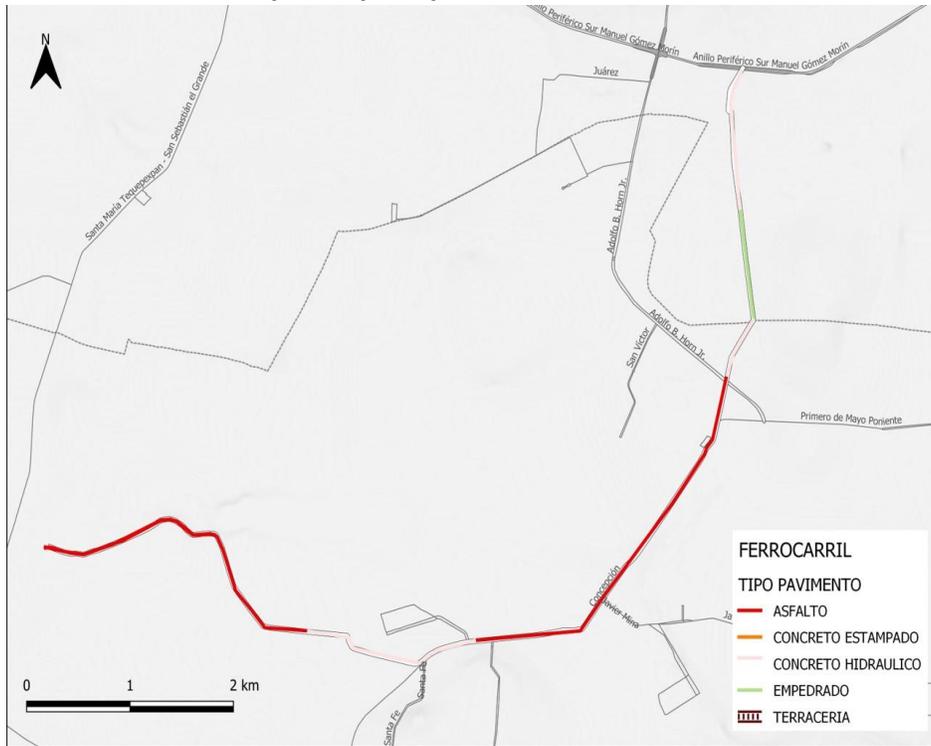


Fuente: Elaboración propia

### Tramo 4 – Ferrocarril

En el *Mapa 19* se muestra la presencia del pavimento y su tipo a lo largo del tramo, el cual se encuentra totalmente pavimentado. En el recorrido fueron identificados tres diferentes tipos de pavimento; asfalto, concreto hidráulico y empedrado.

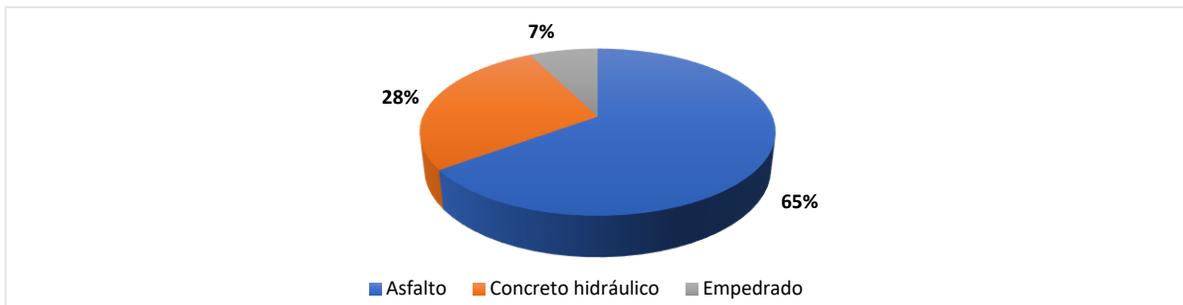
**Mapa 19 Tipo de pavimento T4 Ferrocarril**



*Fuente: Elaboración propia*

Como se observa en el **Gráfico 9**, el tipo de pavimento predominante es el asfáltico con el 65%, el cual está seguido por pavimento de concreto hidráulico que representa el 28% y, por último, se encuentra la terracería con un 7%.

**Gráfico 9 Porcentaje por tipo de pavimento T4**



*Fuente: Elaboración propia*

### **Tramo 5 – Colón / Camino Real de Colima**

En el **Mapa 20** se muestra la presencia y el tipo de pavimento del tramo, el cual se encuentra totalmente pavimentado. En el tramo fueron identificados dos tipos de pavimento; concreto hidráulico y pavimento de asfalto. El concreto hidráulico se localiza al norte del periférico.

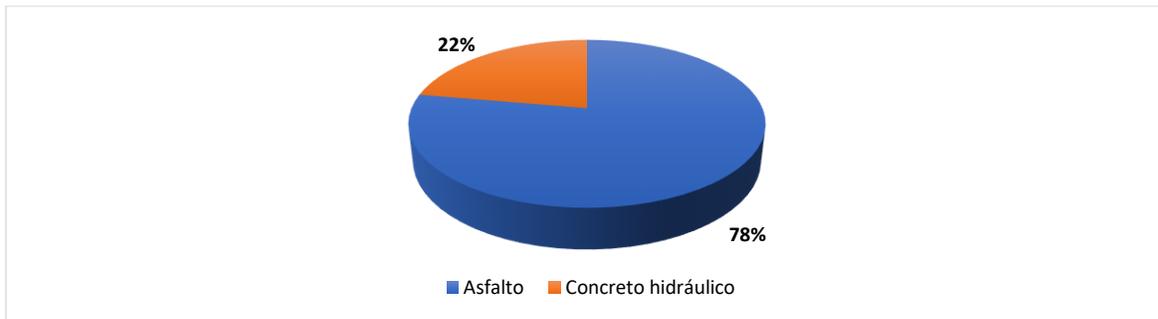
**Mapa 20 Tipo de pavimento T5 Colón / Camino Real de Colima**



*Fuente: Elaboración propia*

Como se muestra en el *Gráfico 10*, el tipo de pavimento que predomina en el tramo es el asfalto con el 78%, seguido del concreto hidráulico que representa el 22%.

**Gráfico 10 Porcentaje por tipo de pavimento T5**

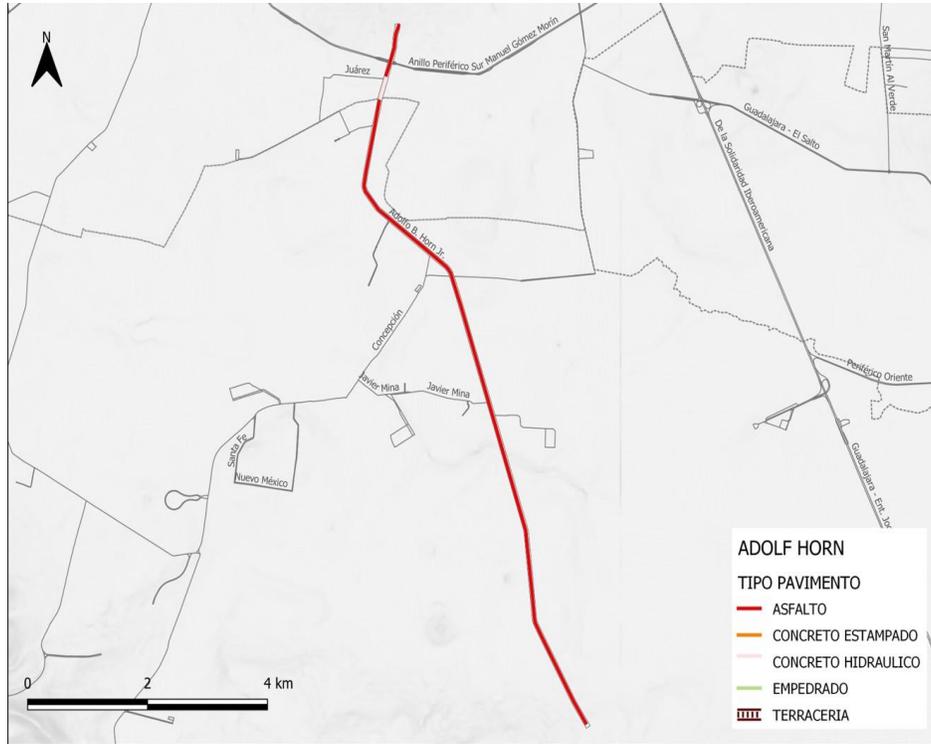


*Fuente: Elaboración propia*

### Tramo 6 – Adolf B. Horn

En el *Mapa 21* se muestra la presencia de pavimento, así como su tipo en el tramo, el cual se encuentra completamente pavimentado. En el tramo se encontraron dos diferentes tipos de pavimento; concreto hidráulico y asfalto.

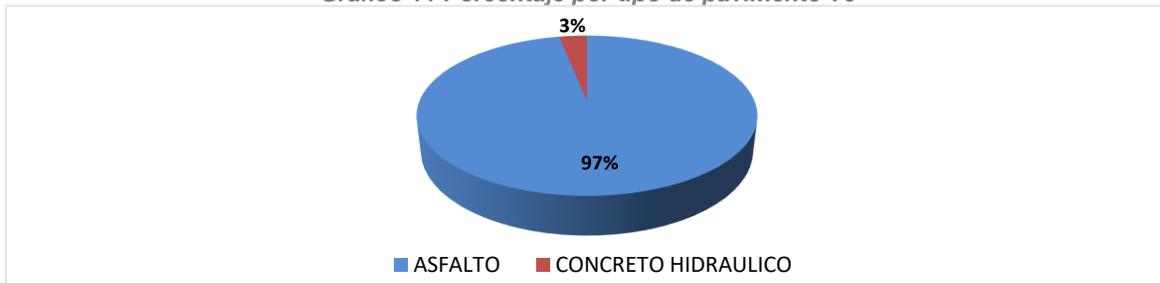
**Mapa 21 Tipo de pavimento T6 Adolf B. Horn**



*Fuente: Elaboración propia*

El pavimento asfáltico es el pavimento que predomina con presencia en el 97% del tramo, mientras que el 3% restante se compone por concreto hidráulico, como se muestra en el **Gráfico 11**.

**Gráfico 11 Porcentaje por tipo de pavimento T6**



*Fuente: Elaboración propia*

**Tramo 7 – 8 de Julio**

En el **Mapa 22** se muestran la presencia y el tipo de pavimento del tramo, el cual se encuentra completamente pavimentado. En este se encontraron tres tipos de pavimentos; pavimento asfáltico, pavimento de concreto hidráulico y pavimento de concreto estampado, este último ubicado en el centro de la cabecera municipal de Tlajomulco.

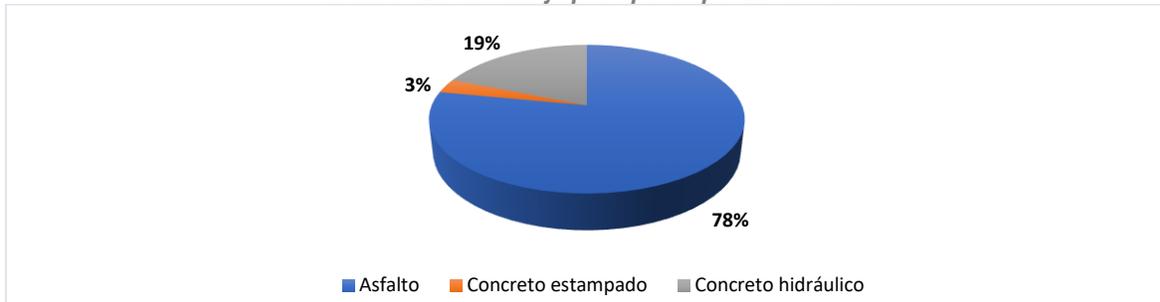
**Mapa 22 Tipo de pavimento T7 8 de julio**



**Fuente: Elaboración propia**

El pavimento de tipo asfáltico predomina en el tramo con presencia en el 78% de este, seguido por el concreto hidráulico con el 19% y, por último, por el concreto estampado con el 3% que se ubica el sur del tramo.

**Gráfico 12 Porcentaje por tipo de pavimento T7**



**Fuente: Elaboración propia**

**Tramo 8 – 1 de mayo**

En el *Mapa 23* se muestra la presencia, así como el tipo de pavimentos levantados en el tramo, el cual se encuentra totalmente pavimentado. Fueron ubicados dos tipos diferentes de pavimento; pavimento asfáltico y pavimento de concreto hidráulico.

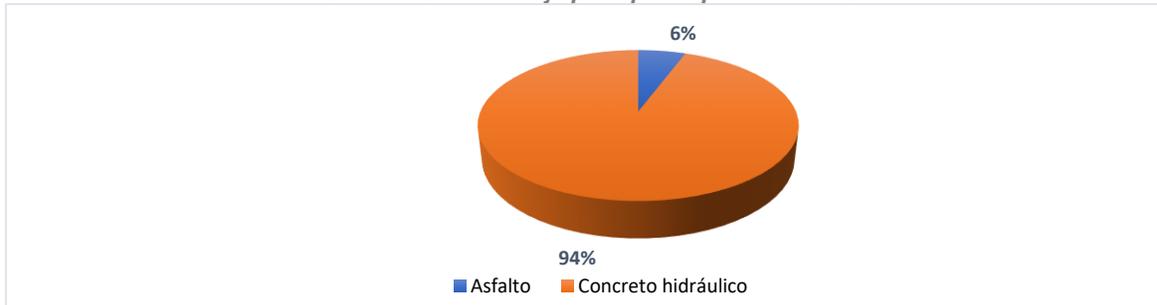
Mapa 23 Tipo de pavimento T8 1° de mayo



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el *Gráfico 13*, el concreto hidráulico predomina en el 94% del tramo, mientras que el 6% restante corresponde a pavimento asfáltico.

Gráfico 13 Porcentaje por tipo de pavimento T8



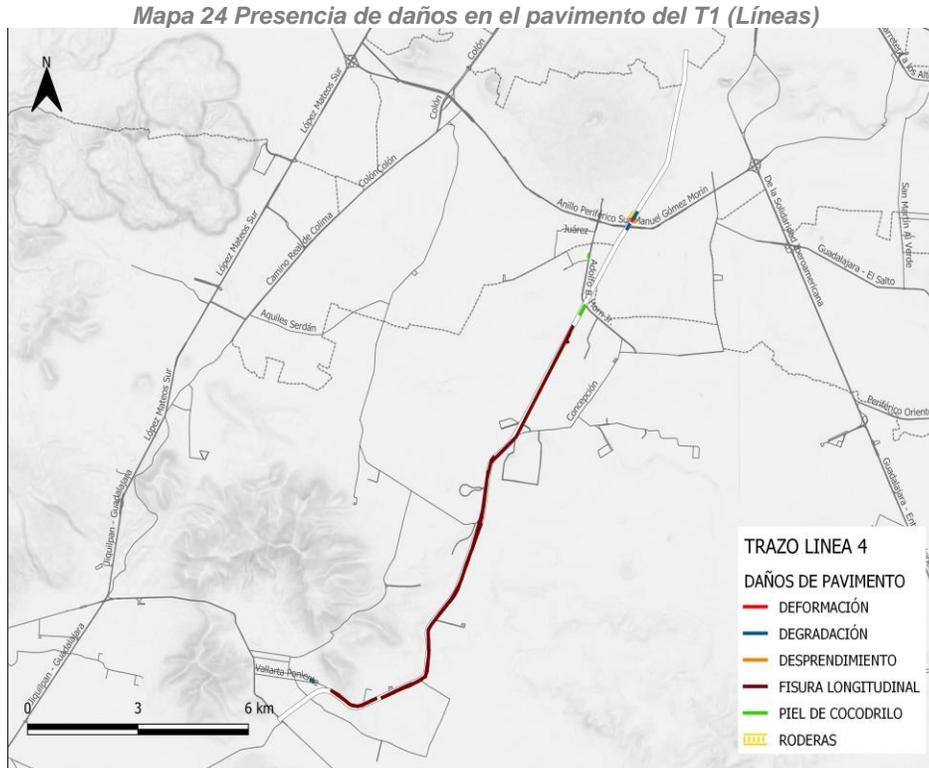
Fuente: Elaboración propia

▪ **Presencia y Tipo de Daños en el Pavimento**

Para el levantamiento de los daños en el pavimento y su clasificación se consideraron dos tipos de daños; de línea y de punto. Aquellos daños de línea consideran degradaciones, deformaciones, desprendimientos de la superficie de rodamiento, roderas, fisuras longitudinales y piel de cocodrilo, mientras que aquellos de punto son baches y fisuras transversales.

### Tramo 1 – Línea 4

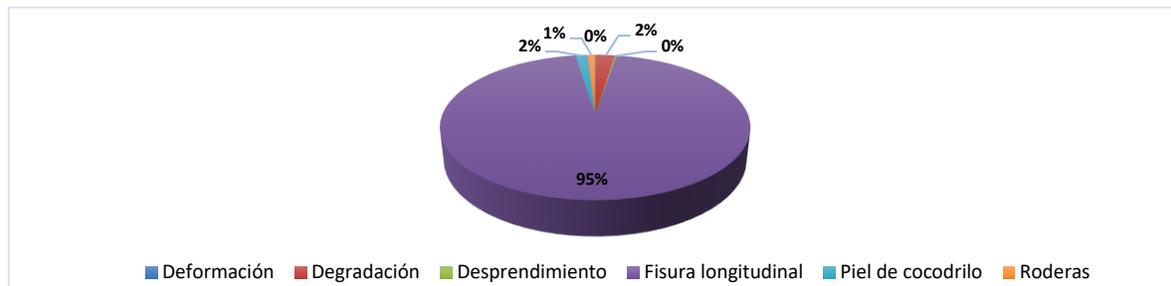
En el *Mapa 24* se muestra la presencia de daños en el pavimento dentro del tramo, el cual cuenta con daños en más de la mitad de su longitud. En el tramo se identificaron seis tipos de daños, siendo las fisuras longitudinales el más representativo.



Fuente: Elaboración propia

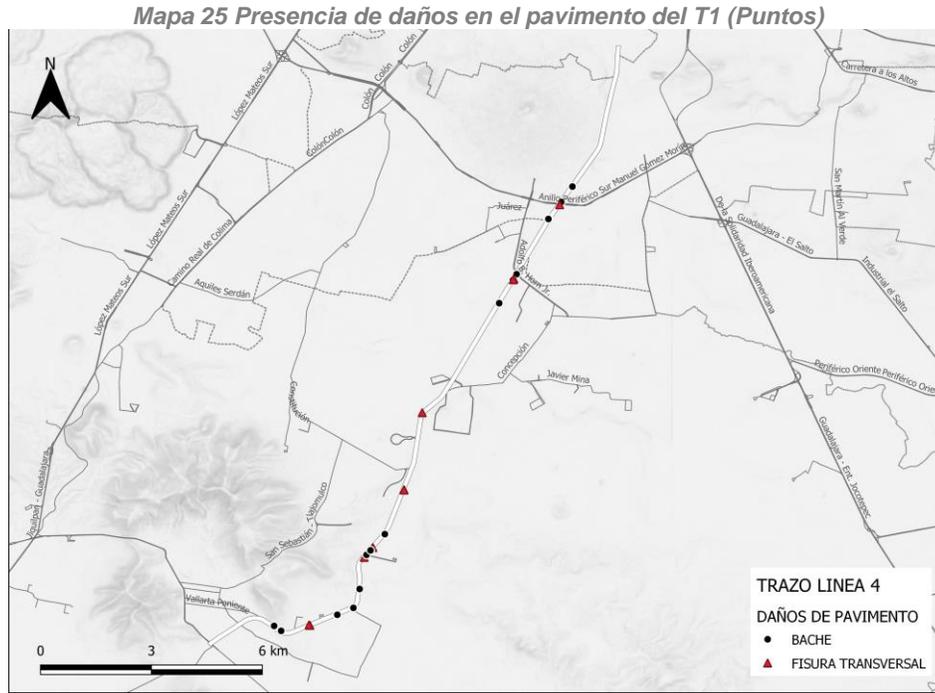
En el *Gráfico 14* se muestran los daños en el pavimento, de tipo lineal, encontrados en el tramo. Se observa que las fisuras longitudinales conforman el 95% de los daños del tramo, seguidas por tramos con degradación y piel de cocodrilo con presencia en un 2% del tramo cada una y, por último, roderas en el 1% restante. La presencia de deformación en el pavimento no representa ni el 1% de los daños.

**Gráfico 14 Porcentaje de daños en el pavimento del T1(Líneas)**



Fuente: Elaboración propia

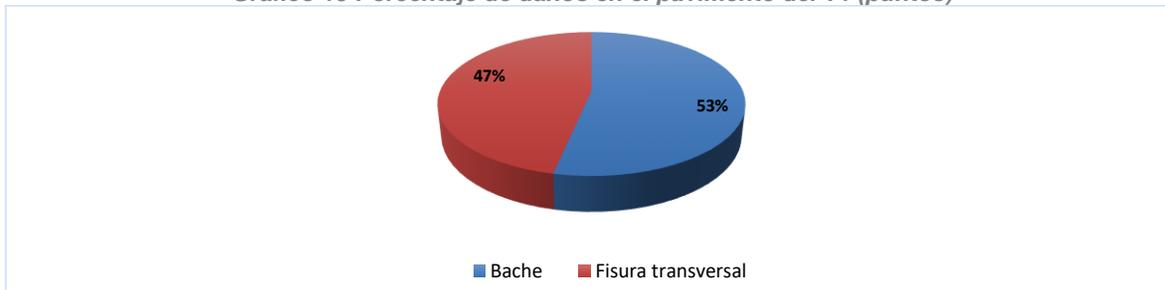
En el *Mapa 25* se muestran los daños de puntos que se presentan sobre el tramo, los cuales tienden a concentrarse próximos al periférico y en la parte sur del tramo. Los daños encontrados fueron baches y fisuras transversales.



Fuente: Elaboración propia

En el *Gráfico 15* se muestra el porcentaje que representa cada uno de los tipos de daño de puntos del tramo. Se observa que los baches conforman el 53% de los daños y las fisuras transversales el 47%.

**Gráfico 15 Porcentaje de daños en el pavimento del T1 (puntos)**



Fuente: Elaboración propia

### Tramo 2 – Juan de la Barrera (Antigua carretera de Chapala)

En el *Mapa 26* se presentan los daños en el pavimento de tipo lineal en el tramo, los cuales se ubicaron, en mayor medida, en la mitad norte. Se encontraron 1,155m de daños a lo largo del tramo.

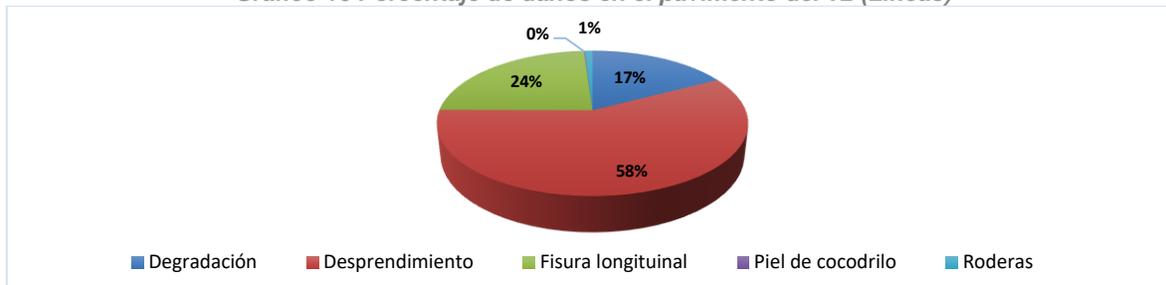
**Mapa 26 Presencia de daños en el pavimento del T2 (Líneas)**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 16** se muestran los porcentajes de los daños lineales registrados en el tramo, en donde se observa que el 58% está compuesto por desprendimiento, el 24% por fisuras longitudinales, el 17% por degradación y, por último, por roderas y piel de cocodrilo, las cuales componen el 1% restante.

**Gráfico 16 Porcentaje de daños en el pavimento del T2 (Líneas)**



Fuente: Elaboración propia

El tramo de Juan de la Barrera carece de daños puntuales en el pavimento.

### Tramo 3 – Gobernador Curiel

En el **Mapa 27** se muestran los daños en el pavimento de tipo lineal en el tramo de Gobernador Curiel. En este se presentaron casi 7 kilómetros de daños, los cuales, casi en su totalidad, se conformaron por fisuras de tipo longitudinal, además de que se presentaron deformaciones y una sección con piel de cocodrilo.

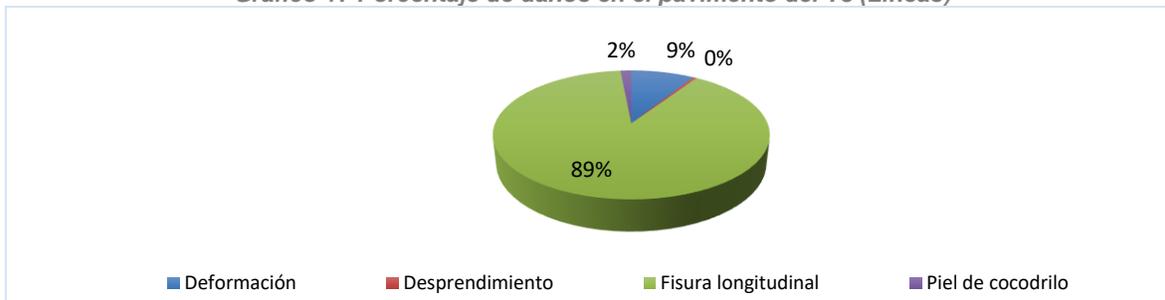
**Mapa 27 Presencia de daños en el pavimento del T3 (Líneas)**



**Fuente: Elaboración propia**

En el **Gráfico 17** se muestra el porcentaje de daños en el pavimento de tipo lineal. Se observa que el 89% de los daños corresponde a fisuras longitudinales, el 9% por deformaciones, el 2% por piel de cocodrilo y un porcentaje no representativo de desprendimiento del pavimento.

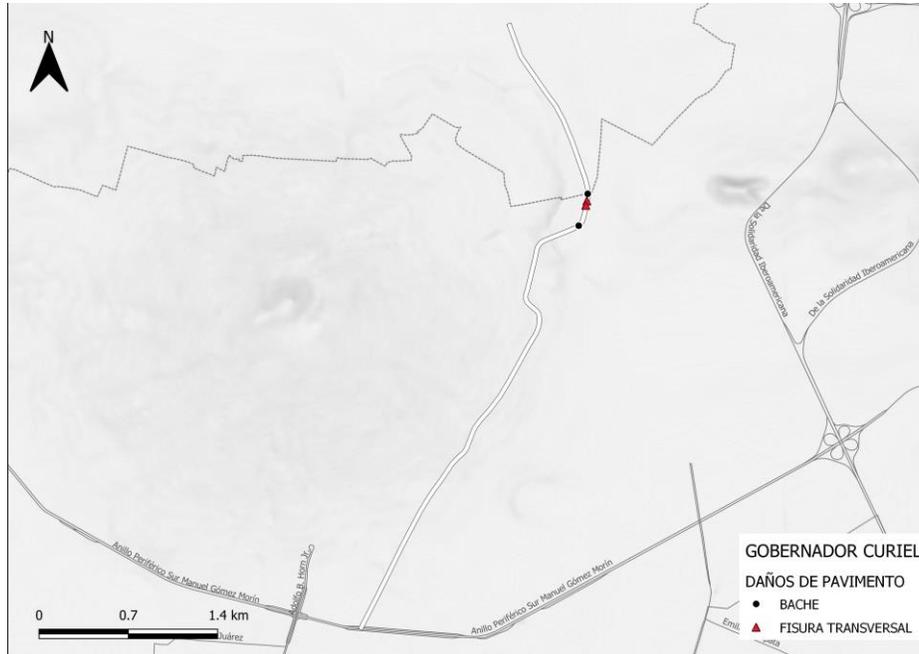
**Gráfico 17 Porcentaje de daños en el pavimento del T3 (Líneas)**



**Fuente: Elaboración propia**

En el **Mapa 28** se muestran los cuatro daños en punto del tramo, los cuales se concentran en el norte del municipio de Tlaquepaque, en donde se encontraron baches y fisuras transversales.

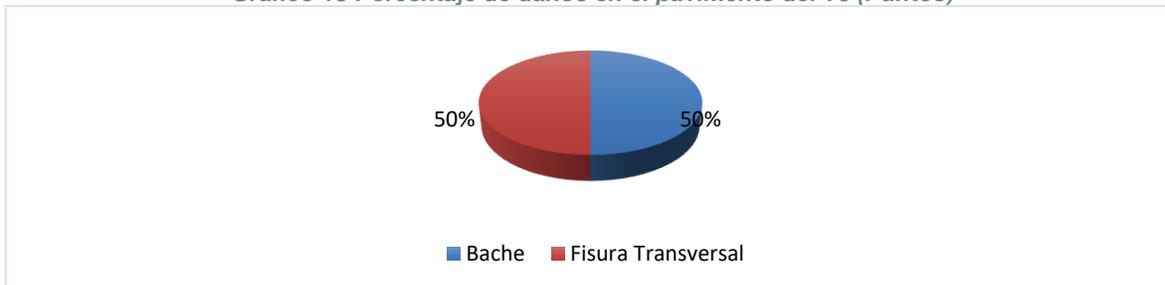
**Mapa 28 Presencia de daños en el pavimento del T3 (Puntos)**



Fuente: Elaboración propia

La mitad de los daños encontrados corresponde a baches, mientras la otra mitad corresponde a fisuras de tipo transversal, tal como se puede ver en el **Gráfico 18**.

**Gráfico 18 Porcentaje de daños en el pavimento del T3 (Puntos)**

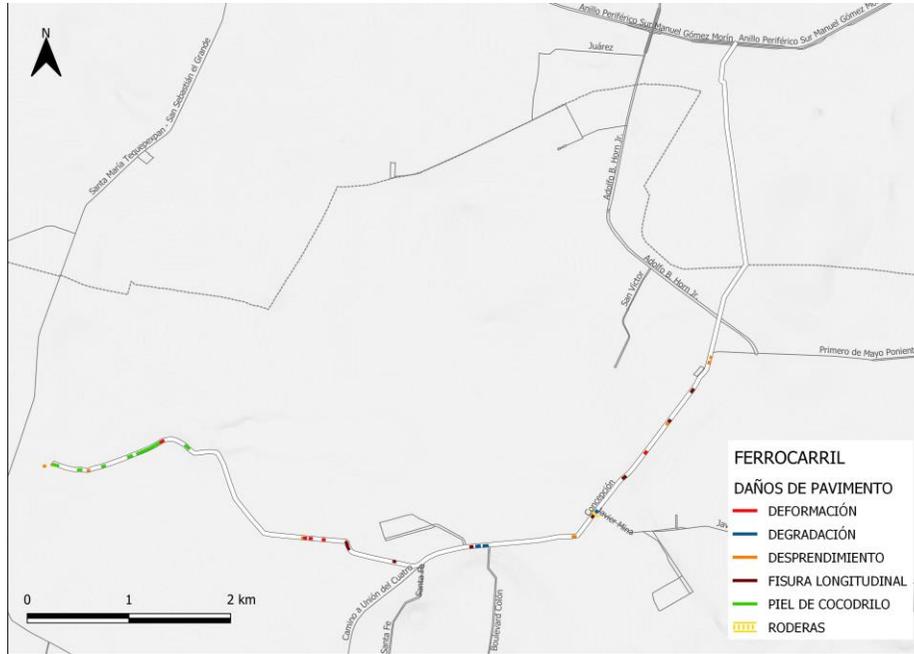


Fuente: Elaboración propia

### Tramo 4 – Ferrocarril

En el tramo se localizaron únicamente 730 metros de daños, entre los que se encuentran, en mayor medida, piel de cocodrilo y fisuras longitudinales, además de deformaciones, desprendimientos y degradaciones del pavimento, así como roderas, como se muestra en el **Mapa 29**.

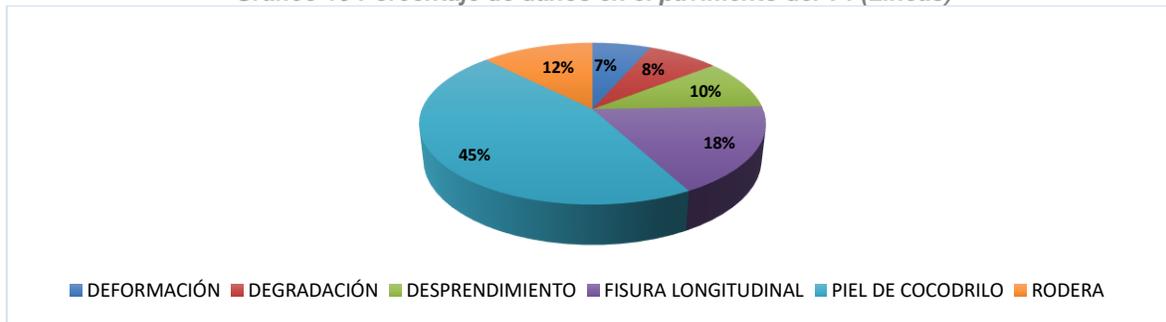
**Mapa 29 Presencia de daños en el pavimento del T4 (Líneas)**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 19** se muestran los porcentajes de daños de tipo lineal del tramo, en donde se observa que el 45% de los daños corresponde a piel de cocodrilo, la cual está seguida por fisuras longitudinales que corresponden al 18%, roderas que forman el 12%, el desprendimiento el 10%, la degradación del pavimento el 8% y, por último, la deformación del pavimento corresponde al 7%.

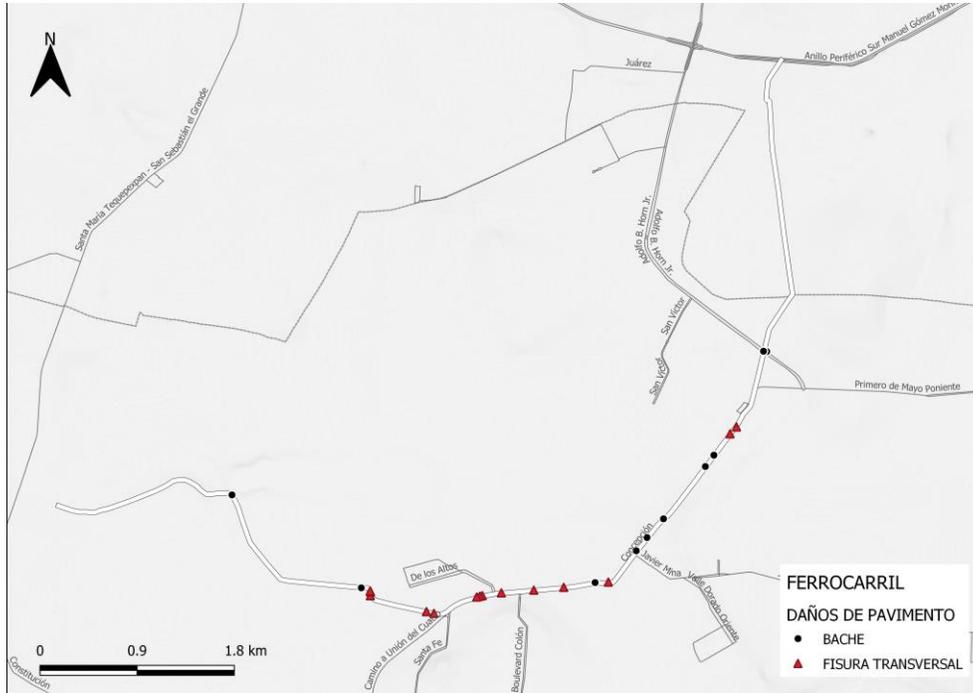
**Gráfico 19 Porcentaje de daños en el pavimento del T4 (Líneas)**



Fuente: Elaboración propia

Los daños en el pavimento de tipo puntual del tramo se pueden ver en el **Mapa 30**, en donde se muestra que fueron encontrados baches y fisuras de tipo transversal en la sección central del tramo.

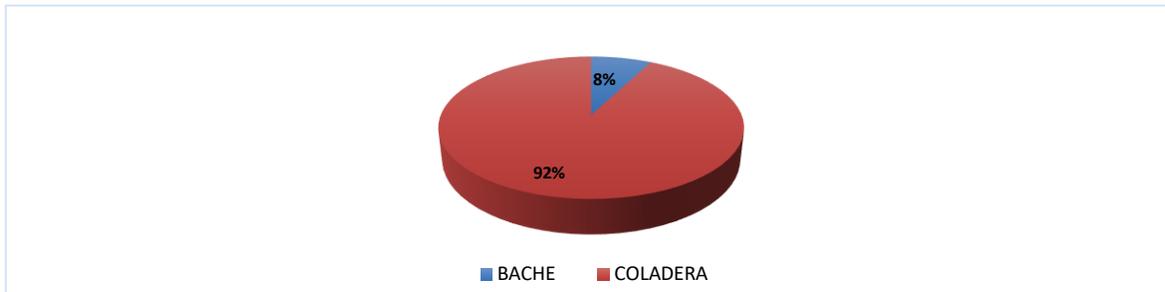
**Mapa 30 Presencia de daños en el pavimento del T4 (Puntos)**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 20** se muestra el porcentaje de los daños de tipo puntual en el tramo, en donde se observa que el 58% de ellos corresponde a fisuras transversales, mientras que el 42% restante corresponde a baches.

**Gráfico 20 Porcentaje de daños en el pavimento del T4 (Puntos)**



Fuente: Elaboración propia

### Tramo 5 – Avenida Colón

En el **Mapa 31** se muestra la presencia de los daños de tipo lineal en el tramo de Avenida Colón, en donde se presentaron casi 19 kilómetros de daño, considerando ambas direcciones, es decir, más de dos terceras partes del tramo. Entre los daños encontrados están el desprendimiento y la degradación del pavimento, fisuras longitudinales y piel de cocodrilo.

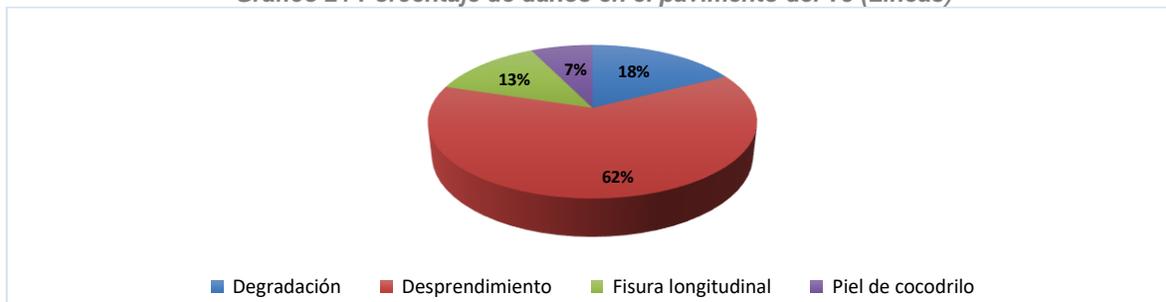
**Mapa 31 Presencia de daños en el pavimento del T5 (Líneas)**



*Fuente: Elaboración propia*

En el **Gráfico 21** se muestra el porcentaje de los daños antes mencionados en el tramo, se observa que el 62% de los daños corresponde al desprendimiento, el 18% a la degradación del pavimento, el 13% a las fisuras longitudinales y el 7% a la piel de cocodrilo.

**Gráfico 21 Porcentaje de daños en el pavimento del T5 (Líneas)**



*Fuente: Elaboración propia*

En el **Mapa 32** se muestra la presencia de daños de tipo puntual en el tramo, en donde se presentaron baches y fisuras transversales.

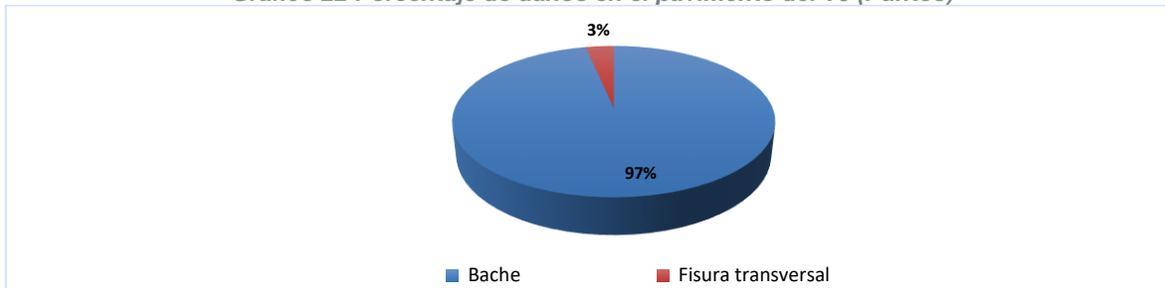
**Mapa 32 Presencia de daños en el pavimento del T5 (Puntos)**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 22** se muestra el porcentaje de los daños de tipo puntual en el tramo, en donde la gran mayoría, el 97%, corresponden a baches, mientras que el 3% restante corresponde a fisuras transversales.

**Gráfico 22 Porcentaje de daños en el pavimento del T5 (Puntos)**

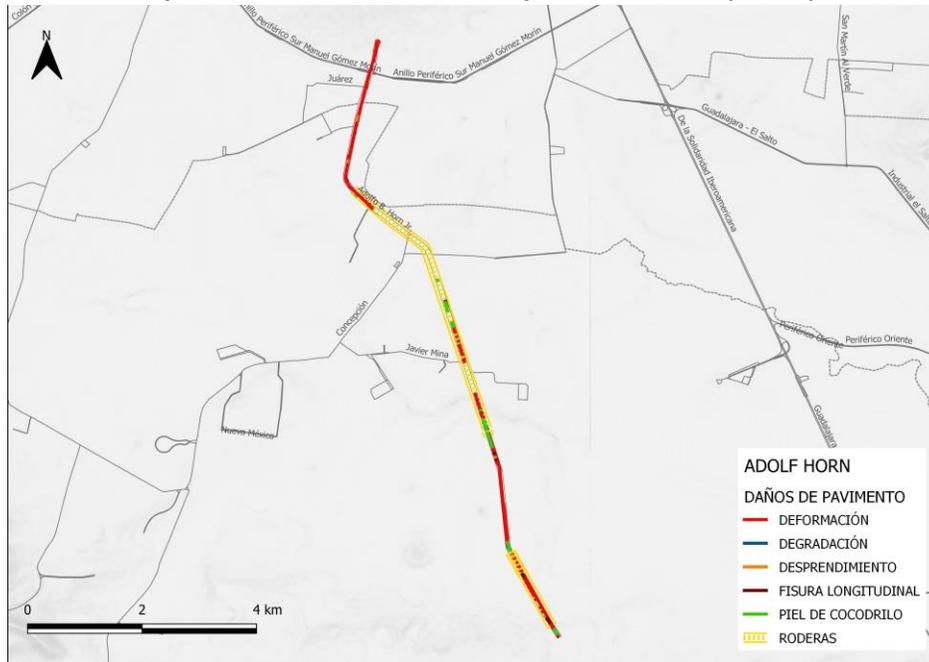


Fuente: Elaboración propia

### Tramo 6 – Adolf B. Horn

En el **Mapa 33** se muestra la presencia de daños en el pavimento de tipo lineal en el tramo, en el que se levantaron más de 23 kilómetros de daños, es decir, que la totalidad del tramo en ambos sentidos cuenta con daños. La calle con peores condiciones en el estudio. En este se presentaron deformaciones, degradaciones y desprendimientos de la superficie de rodamiento, así como roderas, piel de cocodrilo y fisuras longitudinales.

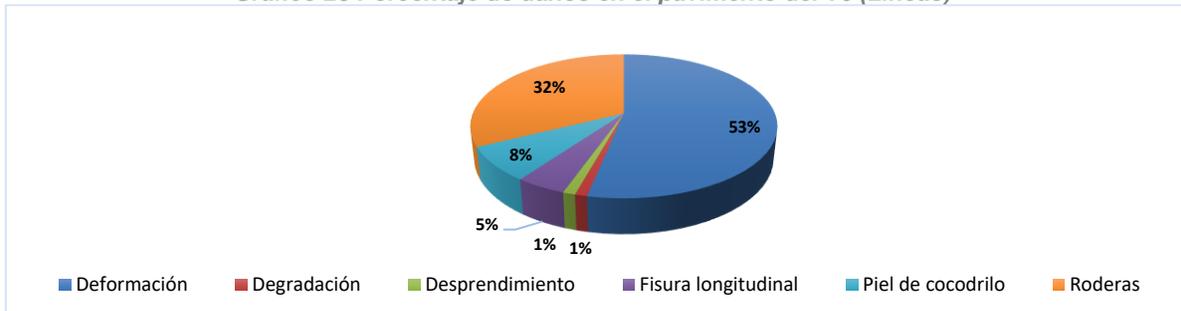
**Mapa 33 Presencia de daños en el pavimento del T6 (Líneas)**



*Fuente: Elaboración propia*

En el **Gráfico 23** se muestra el porcentaje de daños en el pavimento de tipo lineal en el tramo. El 53% de los daños en el tramo corresponden a deformaciones, los cuales están seguidos por roderas, que conforman el 32% de los daños, la piel de cocodrilo el 8%, las fisuras longitudinales el 5%, y el 2% restante se conforma, en proporciones iguales, por el desprendimiento y la degradación del pavimento.

**Gráfico 23 Porcentaje de daños en el pavimento del T6 (Líneas)**



*Fuente: Elaboración propia*

En el **Mapa 34** se muestra la presencia de daños de tipo puntual en el pavimento, los cuales se concentraron en el extremo sur del tramo y se componen, exclusivamente, por baches.

**Mapa 34 Presencia de daños en el pavimento del T6 (Puntos)**

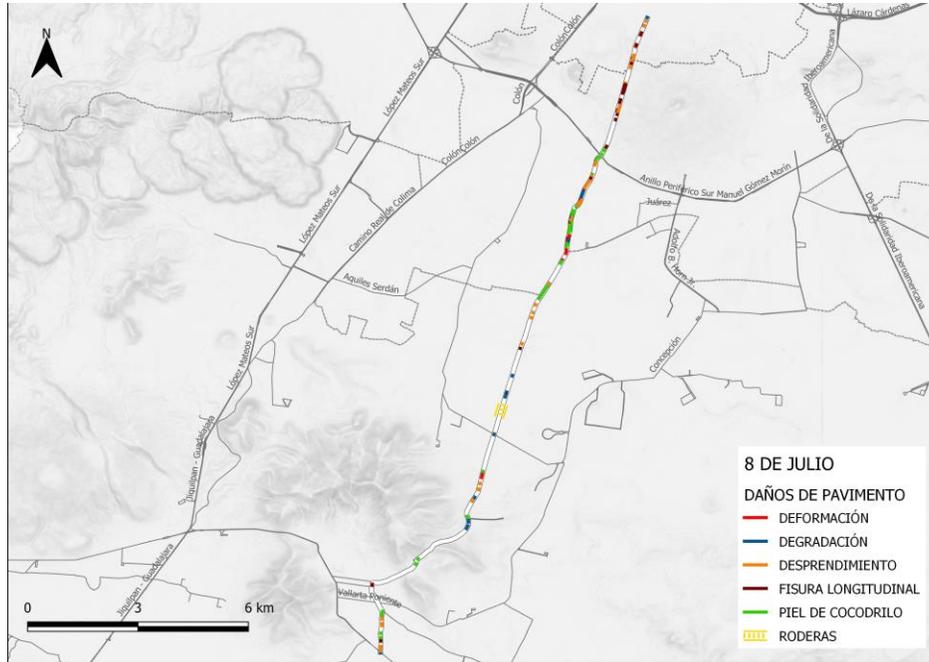


Fuente: Elaboración propia

**Tramo 7 – 8 de julio**

Los daños de tipo lineal en el tramo se muestran en el *Mapa 35*. El tramo registró daños a lo largo de más de 6 kilómetros, los cuales se concentraron al norte del tramo, en las secciones más próximas a periférico. Entre los daños encontrados están la piel de cocodrilo, el desprendimiento del pavimento, las fisuras longitudinales, degradación, roderas y deformaciones.

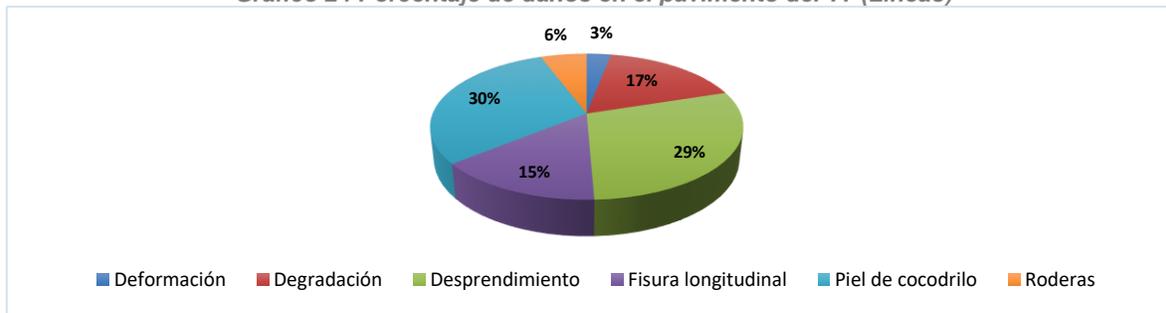
**Mapa 35 Presencia de daños en el pavimento del T7 (Líneas)**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 24** se muestra el porcentaje de los daños de tipo lineal antes mencionados para el tramo, en este se observa que el 30% de los daños corresponde a la piel de cocodrilo, el 29% al desprendimiento, el 17% a degradación, el 15% a fisuras longitudinales, el 6% a roderas y el 3% restante a deformaciones.

**Gráfico 24 Porcentaje de daños en el pavimento del T7 (Líneas)**



Fuente: Elaboración propia

En el **Mapa 36** se muestran los 27 daños de tipo puntual en el tramo, en los que se encontraron baches y fisuras transversales.

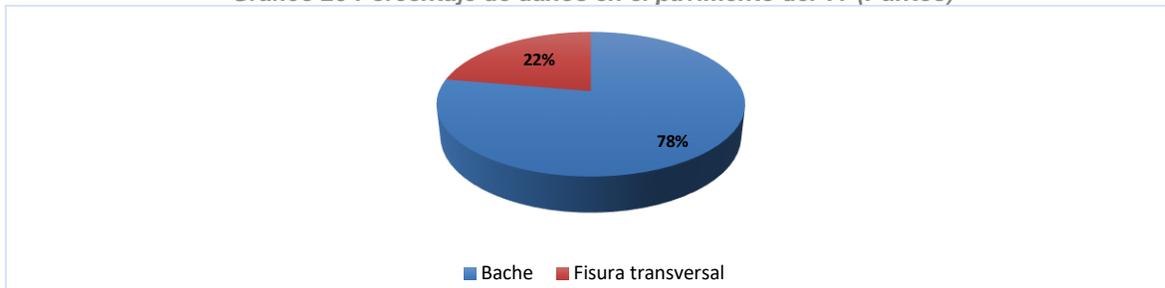
**Mapa 36 Presencia de daños en el pavimento del T7 (Puntos)**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 25** se muestra el porcentaje de los daños de tipo puntual en el tramo, en donde se muestra que el 78% de los daños corresponde a los baches, mientras que el 22% restante corresponde a las fisuras transversales.

**Gráfico 25 Porcentaje de daños en el pavimento del T7 (Puntos)**

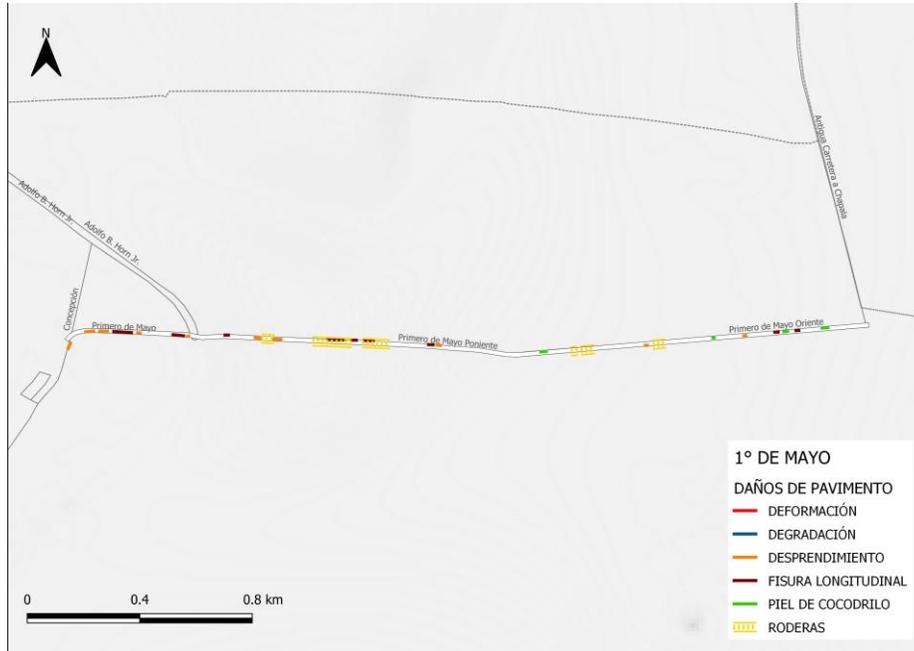


Fuente: Elaboración propia

### Tramo 8 – 1° de mayo

En el **Mapa 37** se muestran los daños en el pavimento de tipo lineal en el tramo. En este se registró un total de 830 metros con daños sobre ambos cuerpos de circulación. Los daños levantados fueron roderas, fisuras longitudinales, desprendimiento y piel de cocodrilo.

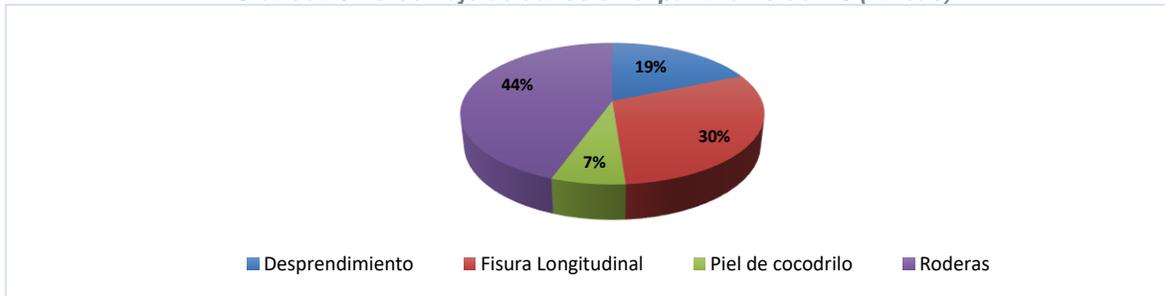
**Mapa 37 Presencia de daños en el pavimento del T8 (Líneas)**



Fuente: Elaboración propia

El **Gráfico 26** muestra el porcentaje de los daños en el pavimento de tipo lineal antes mencionados. El 44% de los daños corresponden a roderas, el 30% a fisuras longitudinales, el 19% a desprendimiento de la superficie del pavimento y el 7% restante a piel de cocodrilo.

**Gráfico 26 Porcentaje de daños en el pavimento del T8 (Líneas)**



Fuente: Elaboración propia

Los daños de tipo lineal del tramo se muestran en el **Mapa 38**, el cual muestra la presencia de 20 daños entre baches y fisuras de tipo transversal distribuidos en todo el tramo.

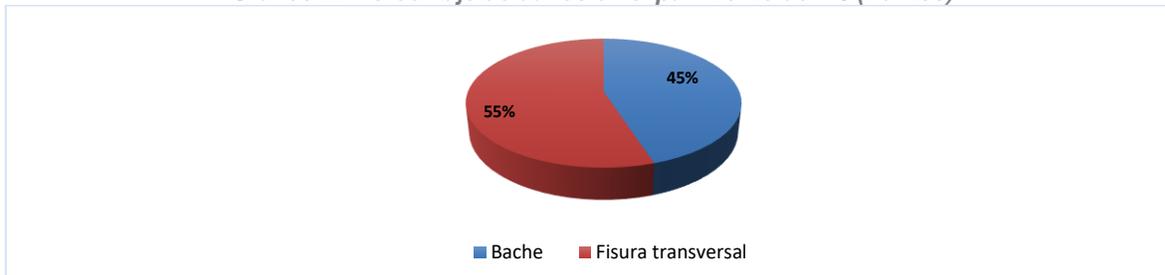
**Mapa 38 Presencia de daños en el pavimento del T8 (Puntos)**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 27** se muestra el porcentaje de los daños en el pavimento de tipo puntual antes mencionados. El 55% de los daños encontrados se conforma por fisuras transversales, mientras que el 45% restante se conforma por baches.

**Gráfico 27 Porcentaje de daños en el pavimento del T8 (Puntos)**



Fuente: Elaboración propia

• **Condiciones del Señalamiento**

Para la identificación del señalamiento Horizontal, se clasifico en dos categorías:

- Líneas, se refiere a las demarcaciones que delimitan los carriles vehiculares, líneas continuas a la derecha e izquierda de la vía, líneas canalizadoras y las rayas de alto. Estas fueron calculadas por su longitud.
- Pictogramas, se refiere a las marcas de piso como; flechas, discos de velocidad y paradas de bus. Estas fueron calculadas por medio de puntos.

El estado físico del señalamiento se clasifico en tres diferentes categorías.

- Bueno, que se refiere a que se encuentra en las mejores condiciones.
- Regular, se refiere a que el señalamiento sufre algún tipo de deterioro.
- Malo, se refiere a que el señalamiento se encuentra en las peores condiciones, incluso que no sea visible para los usuarios.

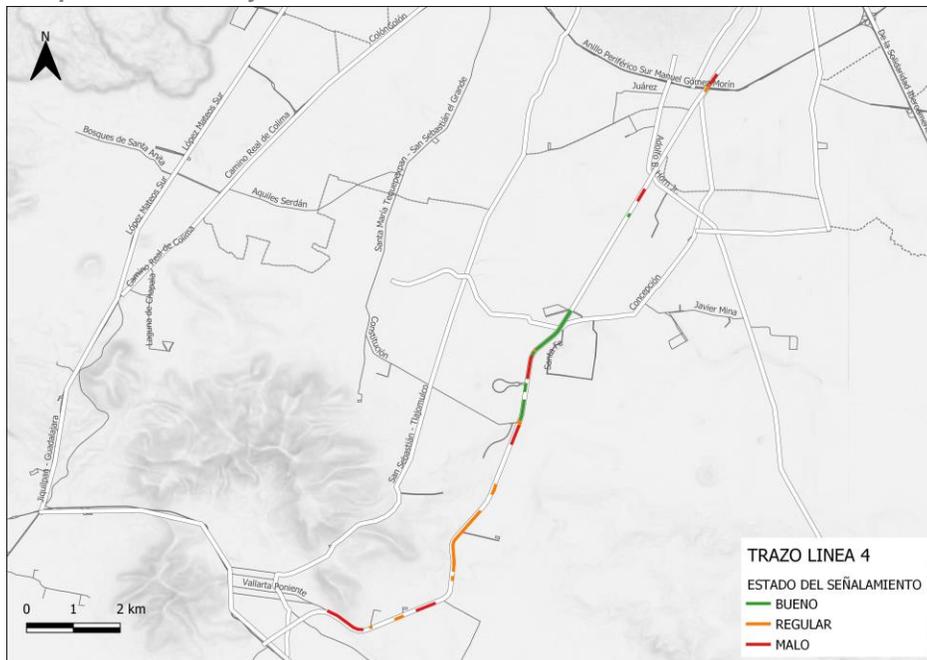
▪ **Señalamiento Horizontal**

El levantamiento del señalamiento horizontal y su posterior clasificación por estado de conservación se realizó en dos categorías: rayas y pictogramas. Entre las rayas se encuentran las rayas separadoras de carriles y las rayas a los costados de la vía, mientras que dentro de los pictogramas se encuentran las zonas de cruce peatonal, flechas y discos de velocidad, por mencionar los más importantes.

**Tramo 1 – Línea 4**

En el *Mapa 39* se muestra la ubicación y el estado físico en que se encuentra el señalamiento horizontal del tramo. La sección norte del tramo carece de señalamiento y el que existe se encuentra en malas condiciones. En este tramo no fueron encontrados pictogramas de señalamiento horizontal.

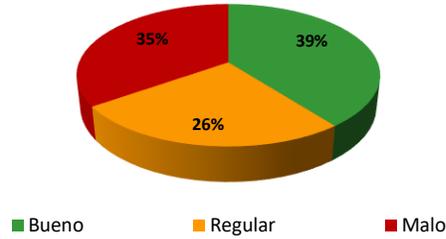
*Mapa 39 Ubicación y estado del señalamiento horizontal del T1 – Trazo Línea 4*



*Fuente: Elaboración propia*

En el *Gráfico 28* se muestran los porcentajes del estado de conservación del señalamiento; el 39% de las señales se encuentran en buen estado, el 26% se encuentran en estado regular, mientras que el 35% restante de las señales se encuentra en malas condiciones.

**Gráfico 28 Estado de conservación de las rayas del T1**



Fuente: *Elaboración propia*

**Tramo 2 – Juan de la Barrera**

En el *Mapa 40* se muestra la ubicación y el estado de conservación del señalamiento horizontal del tramo. Al norte de la vía se localiza la mayor presencia de señalamiento, en especial de rayas, con un estado físico regular. En el extremo sur se encuentra señalamiento en malas condiciones, mientras que la sección central de la vía carece de las demarcaciones necesarias.

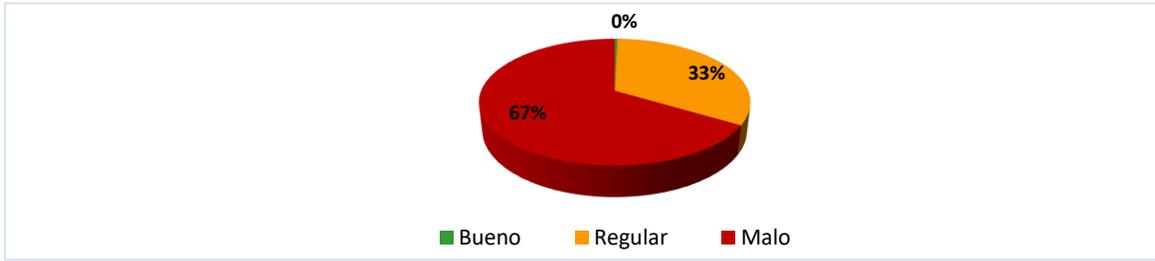
**Mapa 40 Ubicación y estado del señalamiento horizontal del T2 Juan de la Barrera**



Fuente: *Elaboración propia*

En el *Gráfico 29* se muestra el estado físico del señalamiento horizontal de rayas, donde se observa que carece de rayas en buen estado al contar con un 67% de ellas en malas condiciones, mientras que el 33% restante cuenta con un estado físico regular, es decir, presentan algún grado de deterioro.

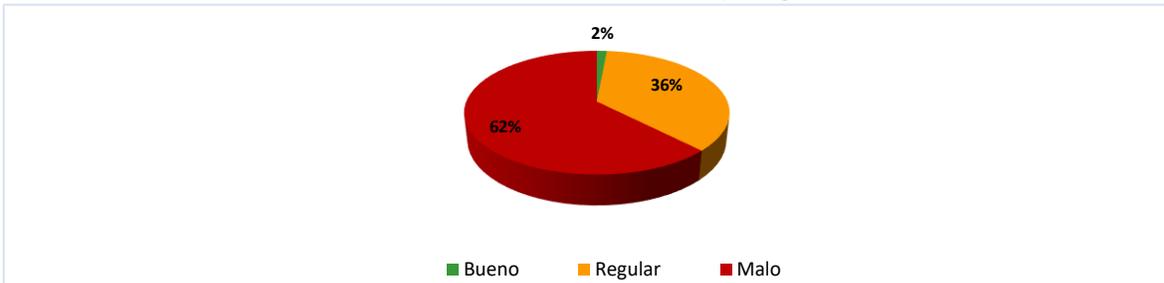
**Gráfico 29 Estado de conservación de las rayas del T2**



Fuente: *Elaboración propia*

En el **Gráfico 30** se muestra que el 62% de los pictogramas en el pavimento se encuentran en mal estado, el 36% se encuentra en estado regular y solo el 2% de ellos se encuentra en buen estado.

**Gráfico 30 Estado de conservación de los pictogramas del T2**

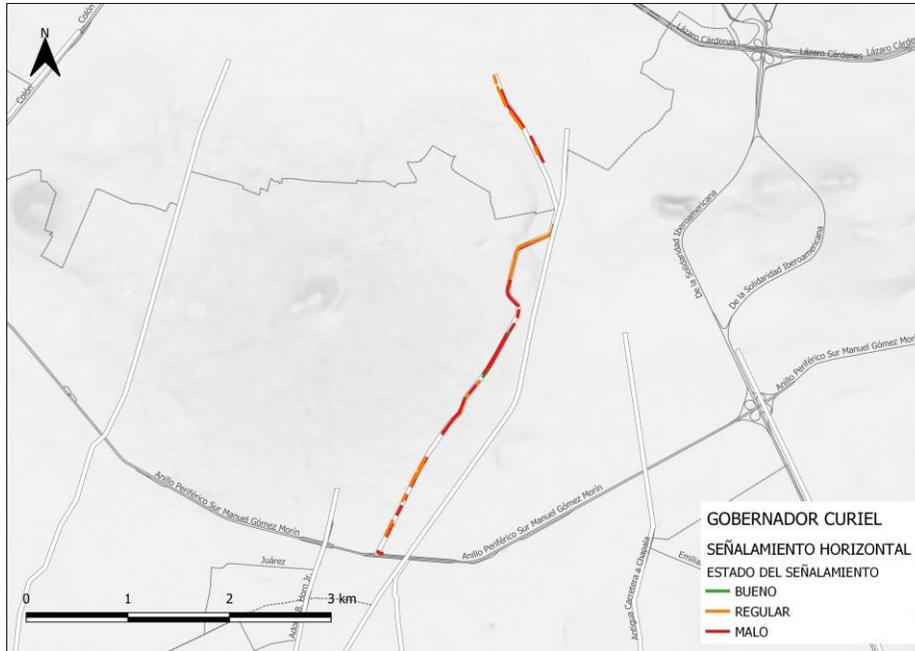


Fuente: *Elaboración propia*

### **Tramo 3 – Gobernador Curiel**

En el **Mapa 41** se muestra la ubicación, además del estado de conservación del señalamiento horizontal del tramo. La mayor parte de la vía cuenta con la presencia de algún tipo de demarcación, sin embargo, se encuentra en malas condiciones.

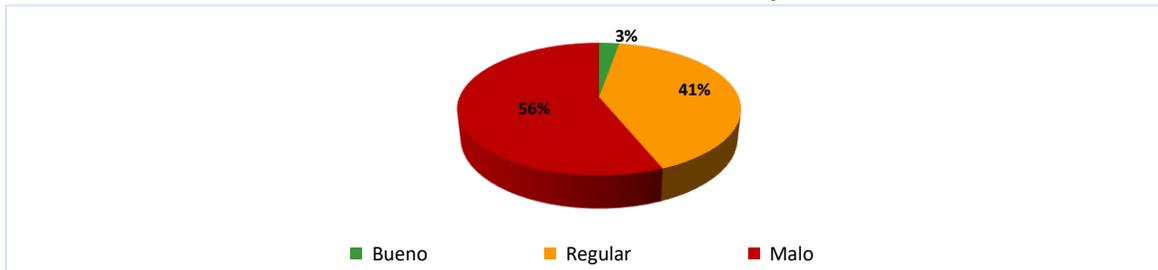
**Mapa 41 Ubicación y estado del señalamiento horizontal del T3**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 31** se muestra el estado de conservación del señalamiento de rayas, en donde se encontró que el 56% de las rayas se encuentran en malas condiciones, el 41% se encuentra en condiciones regulares y únicamente el 3% cuenta con buenas condiciones.

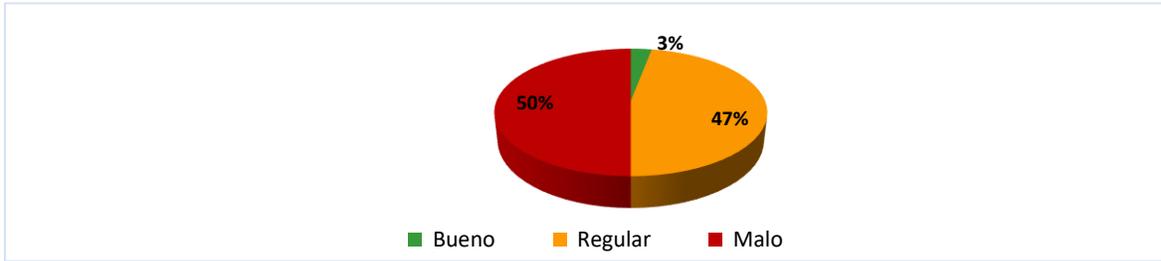
**Gráfico 31 Estado de conservación de las rayas en el T3**



Fuente: Elaboración propia

El 50% de los pictogramas del tramo se encuentran en malas condiciones, el 47% en condiciones regulares y solo el 3% en buen estado, como se muestra en el **Gráfico 32**.

**Gráfico 32 Estado de conservación de los pictogramas del T3**

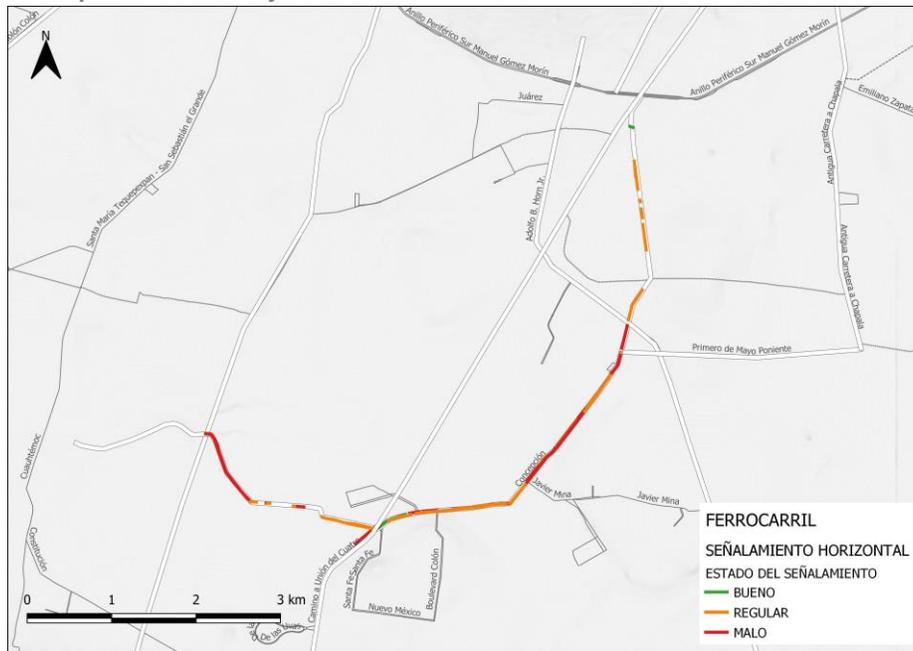


Fuente: Elaboración propia

**Tramo 4 – Ferrocarril**

Las demarcaciones se encuentran en prácticamente todo el tramo, sin embargo, se encuentran en condiciones de conservación regulares y malas, como se puede ver en el Mapa 42.

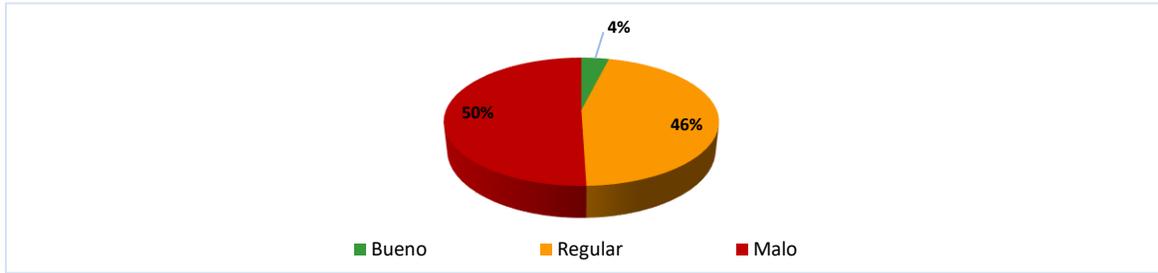
**Mapa 42 Ubicación y estado del señalamiento horizontal del T4 Ferrocarril**



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 33 se muestra el estado físico del señalamiento de rayas, en donde se identificó que el 50% se encuentra en malas condiciones, el 46% presentan un estado físico regular y solo el 4% del señalamiento se encuentra en buena condición física.

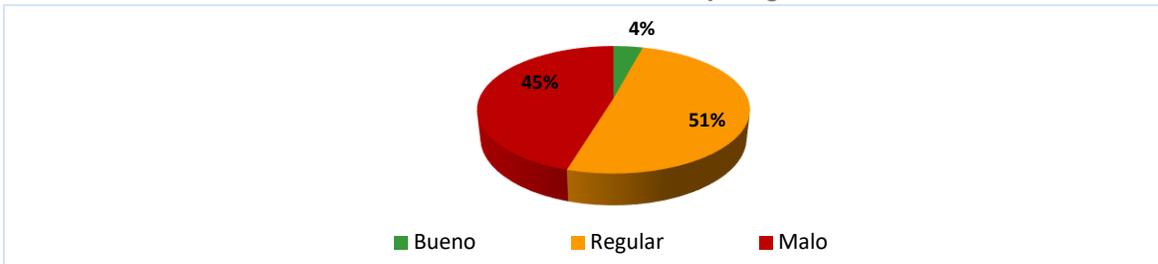
**Gráfico 33 Estado de conservación de las rayas en el T4**



*Fuente: Elaboración propia*

Del total de pictogramas, el 45% se encuentra en malas condiciones, el 51% en condiciones regulares y únicamente el 4% en buen estado, como se puede ver en el **Gráfico 34**.

**Gráfico 34 Estado de conservación de los pictogramas en el T4**



*Fuente: Elaboración propia*

### **Tramo 5 – Avenida Colón**

En la mayor parte del tramo existen demarcaciones de señalamiento horizontal. En el norte de la vía se identificó la presencia de pictogramas. El estado físico de las marcas del pavimento es, en su mayoría, regular.

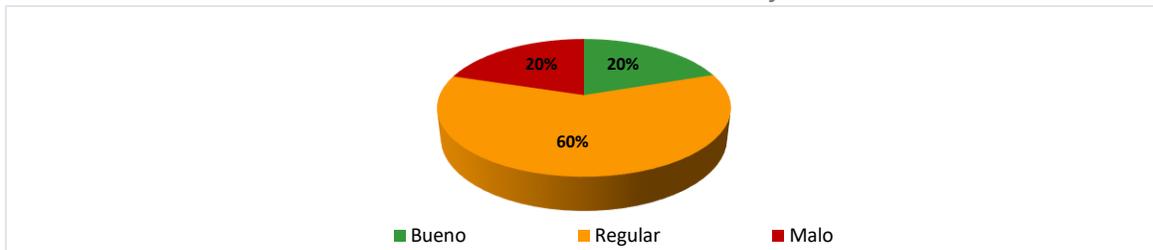
**Mapa 43 Ubicación y estado del señalamiento horizontal del T5 Colón**



Fuente: Elaboración propia

El 60% de las rayas encontradas se encuentran en un estado regular de conservación, el 20% en mal estado y el 20% en buen estado, como se muestra en el **Gráfico 35**.

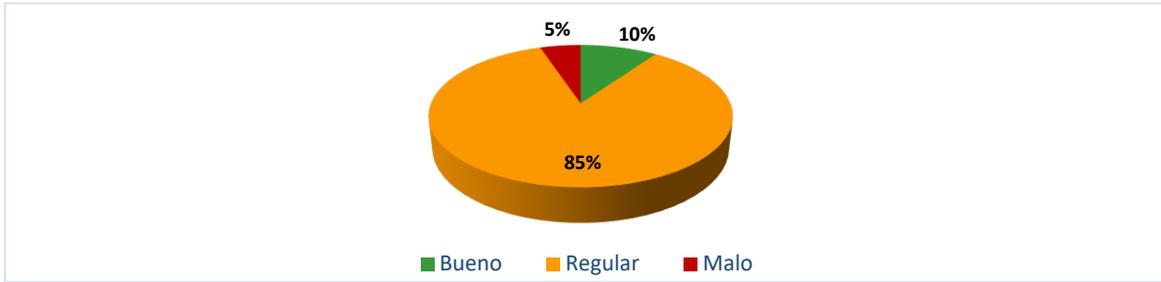
**Gráfico 35 Estado de conservación de las rayas en el T5**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 36** se muestra el estado de conservación de los pictogramas. El 85% se encuentra en un estado regular, el 10% en buenas condiciones y el 5% se encuentra en malas condiciones.

**Gráfico 36 Estado de conservación de los pictogramas en el T5**

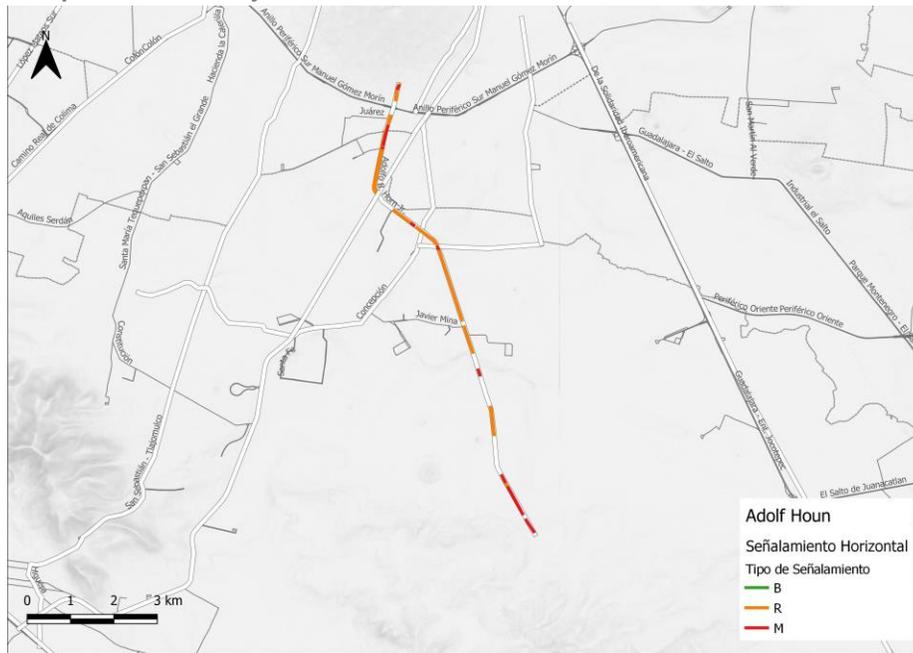


Fuente: Elaboración propia

**Tramo 6 – Adolf B. Horn**

La mayor parte del tramo cuenta con algún tipo de señalamiento horizontal y la mayor parte de este se encuentra en condiciones regulares de conservación, tal como se muestra en el Mapa 44. En la sección sur de la vía la presencia de señalamiento es nula.

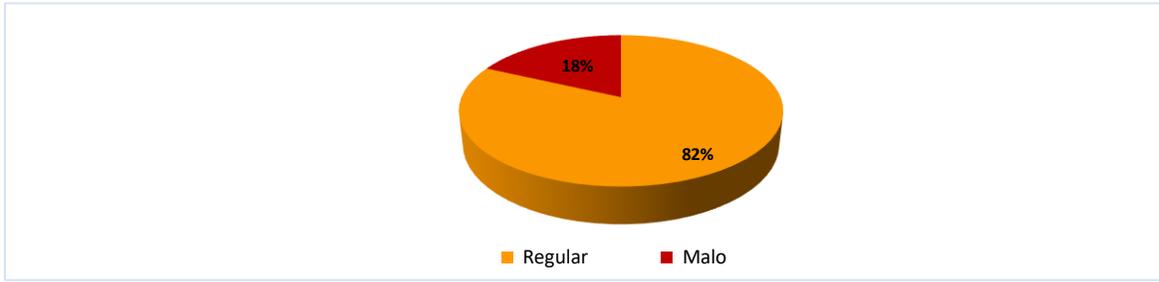
**Mapa 44 Ubicación y estado del señalamiento horizontal del T6 Adolf B. Horn**



Fuente: Elaboración propia

Del total de demarcaciones de rayas el 82% cuenta con un estado de conservación regular y el 18% en mal estado. El tramo carece de señalamiento en buen estado.

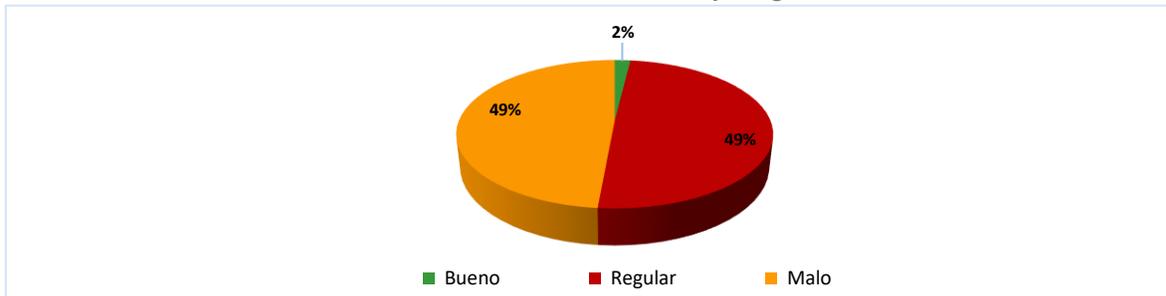
**Gráfico 37 Estado de conservación de las rayas en el T6**



Fuente: *Elaboración propia*

En el **Gráfico 38** se muestra el estado de conservación de los pictogramas. Un 49% de ellos se encuentra en mal estado y otro 49% en estado regular. Únicamente el 2% de ellos se encuentra en buen estado.

**Gráfico 38 Estado de conservación de los pictogramas en el T6**



Fuente: *Elaboración propia*

### Tramo 7 – 8 de julio

Como se muestra en el Mapa 45, la totalidad del tramo presenta demarcaciones, las cuales, en su mayoría, se encuentran en buen estado de conservación. El tramo con mejor estado de conservación del señalamiento horizontal del estudio.

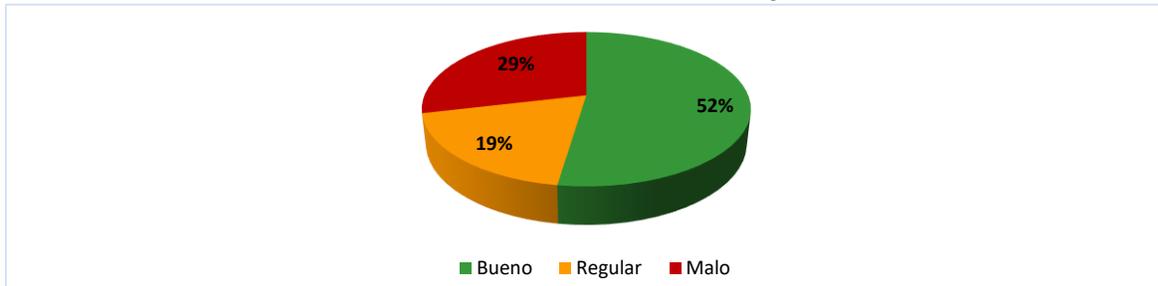
**Mapa 45 Ubicación y estado del señalamiento horizontal del T7 8 de julio**



*Fuente: Elaboración propia*

En el **Gráfico 39** se muestra el estado de conservación de las rayas. El 52% de ellas se encuentra en buen estado de conservación, el 29% en mal estado y el 19% restante en estado regular.

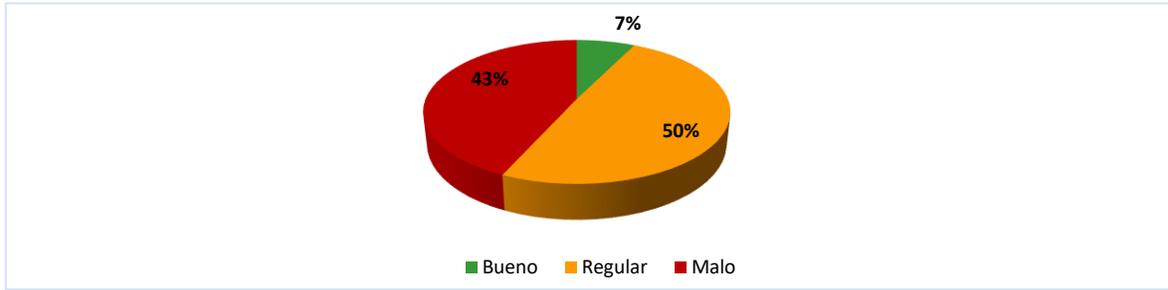
**Gráfico 39 Estado de conservación de las rayas en el T7**



*Fuente: Elaboración propia*

En el **Gráfico 40** se muestra el estado de conservación de los pictogramas, en donde el 50% encuentra en un estado regular, el 43% en mal estado y el 7% en buen estado de conservación.

**Gráfico 40 Estado de conservación de los pictogramas en el T7**



Fuente: Elaboración propia

**Tramo 8 – 1° de mayo**

En este tramo, la presencia de señalamiento horizontal es escasa, como se muestra en el *Mapa 46*. Entre la calle Felipe y la avenida Acueducto el tramo no cuenta con algún tipo de señalización.

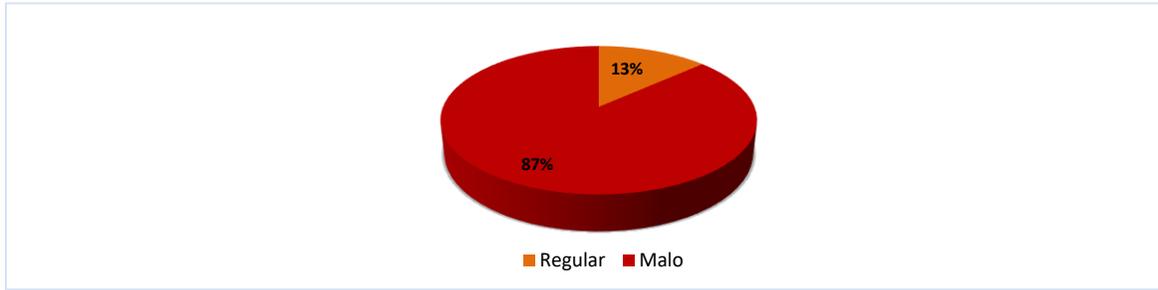
**Mapa 46 Ubicación y estado del señalamiento horizontal del T8 1° de mayo**



Fuente: Elaboración propia

En el *Gráfico 41* se muestra el estado de conservación de las rayas, en donde el 87% de ellas se encuentra en mal estado y el 13% presenta un estado regular. Dentro del tramo no se identificó raya alguna en buen estado.

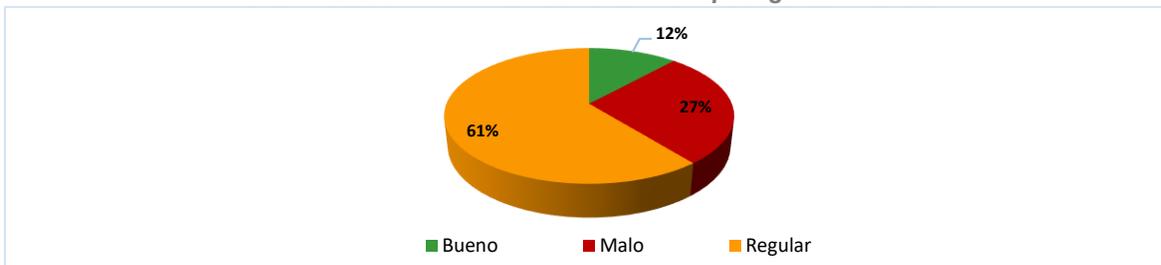
**Gráfico 41 Estado de conservación de las rayas en el T8**



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el **Gráfico 42**, el 61% de los pictogramas se encuentra en estado regular, el 27% en mal estado y 12% restante se encuentra en buen estado.

**Gráfico 42 Estado de conservación de los pictogramas en el T8**



Fuente: Elaboración propia

▪ **Señalamiento Vertical**

Se realizó el inventario del señalamiento vertical y se clasificó de acuerdo con su tipo y estado físico.

Entre los diferentes tipos de señales se encuentran aquellas de destino, de información general, preventivas, de recomendación, restrictivas y de servicio. Adicionalmente se levantaron los dispositivos diversos.

**Tramo 1 – Trazo Línea 4**

En el tramo fueron encontradas 96 señales verticales. Como se puede observar en el **Gráfico 43**, el 31% de las señales corresponde al señalamiento preventivo, y estas están seguidas por las señales restrictivas que conforman el 27%, las señales informativas de recomendación conforman el 18%, las señales de servicio que conforman el 9%, aquellas señales fuera de la normativa el 6%, las de información general que conforman el 5% y, por último, las señales de destino que conforman el 4% restante.

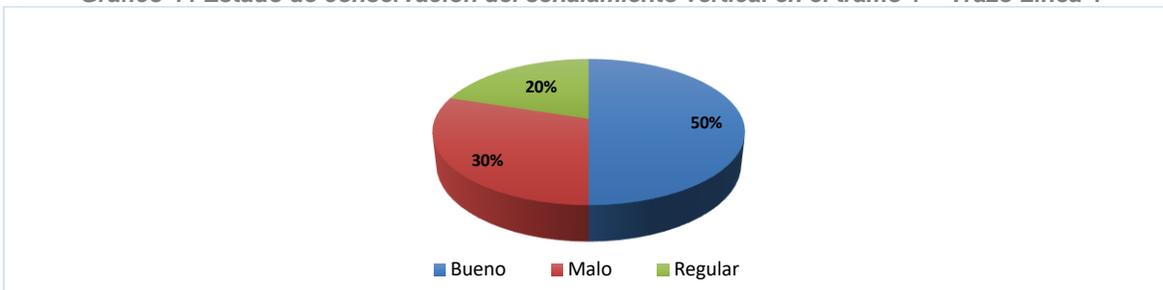
**Gráfico 43 Tipo de señalamiento vertical en el tramo 1 – Trazo Línea 4**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 44** se muestra el estado de conservación del señalamiento vertical. El 50% de las señales se encuentran en buen estado, el 30% se encuentran en malas condiciones y el 20% restante presenta algún grado de deterioro.

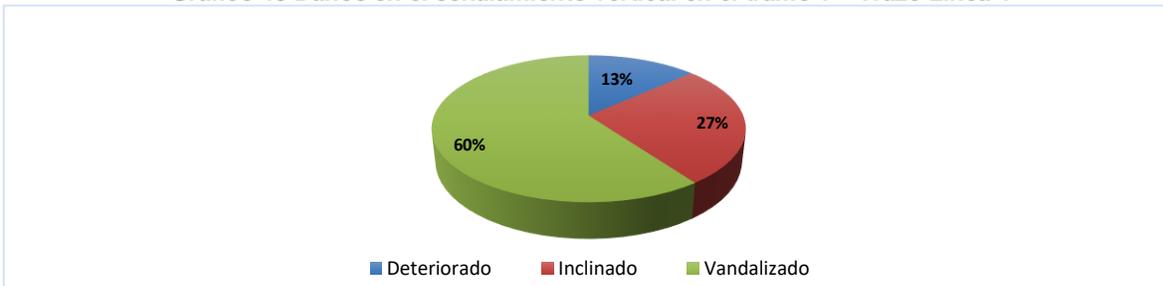
**Gráfico 44 Estado de conservación del señalamiento vertical en el tramo 1 – Trazo Línea 4**



Fuente: Elaboración propia

El 60% de las señales dañadas se presentaron vandalizadas, el 27% contaron con soportes inclinados y el 13% restante presentó deterioro, como se muestra en el **Gráfico 45**.

**Gráfico 45 Daños en el señalamiento vertical en el tramo 1 – Trazo Línea 4**

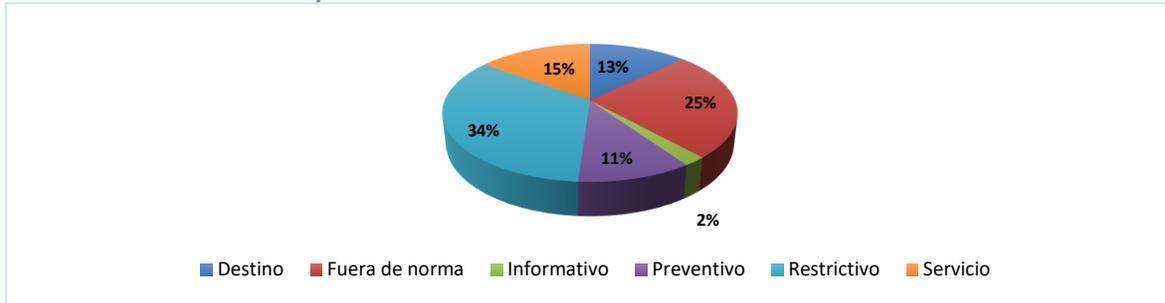


Fuente: Elaboración propia

## Tramo 2 – Juan de la Barrera

En el tramo se identificaron 47 señales verticales, de las cuales el 25% se encuentran fuera de norma, 34% son señales restrictivas, seguidas por las señales de servicio que representan el 15%, las señales de destino el 13%, las señales preventivas el 11% y solo el 2% son señales informativas. Tal como se muestra en el **Gráfico 46**.

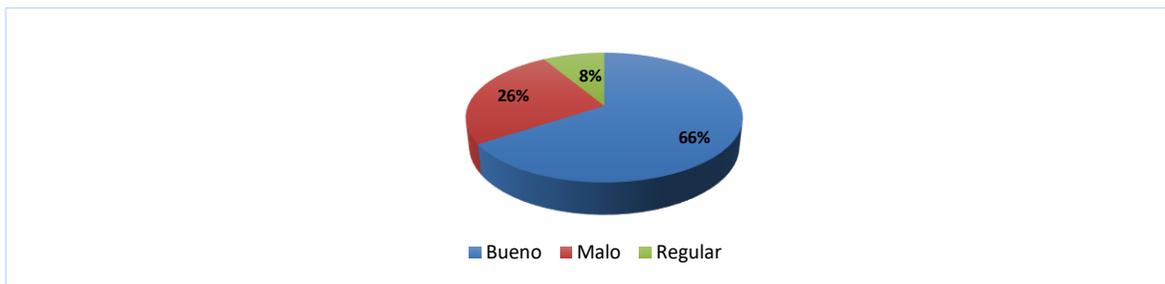
**Gráfico 46 Tipo de señalamiento vertical en el tramo 2 - Juan de la Barrera**



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el **Gráfico 47**, de las 35 señales que están dentro de norma el 66% se encuentra en buen estado, sólo el 8% presenta condiciones regulares y el 26% y el 26% está en malas condiciones.

**Gráfico 47 Estado de conservación del señalamiento vertical en el tramo 2 - Juan de la Barrera**



Fuente: Elaboración propia

De las señales que se encuentra en estado regular y malas condiciones, el 75% se encuentran vandalizadas y el 25% están deterioradas, tal como se muestra en el **Gráfico 48**.

**Gráfico 48 Daños en el señalamiento vertical en el tramo 2 - Juan de la Barrera**

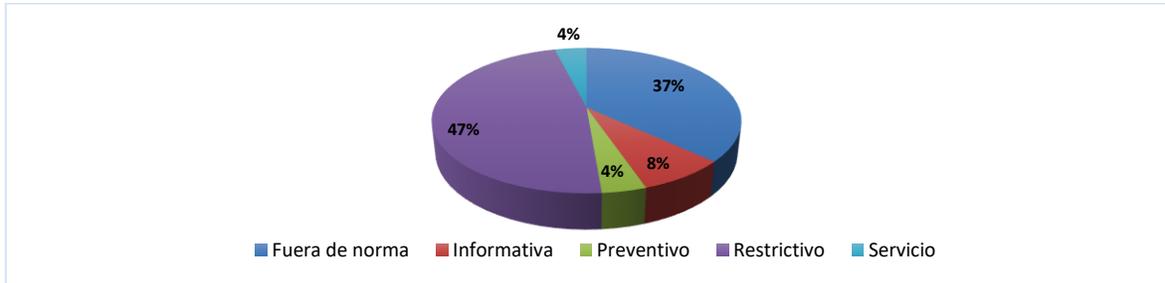


Fuente: Elaboración propia

### Tramo 3 – Gobernador Curiel

En el tramo Gobernador Curiel se cuantificaron 76 señales, como se muestra en el **Gráfico 49**, el 47% son señales restrictivas, seguidas por las señales informativas que representan el 8%, las señales preventivas y de servicio representan el 8%. También se identificaron señales que se encuentran fuera de norma, representando esta condición el 37%.

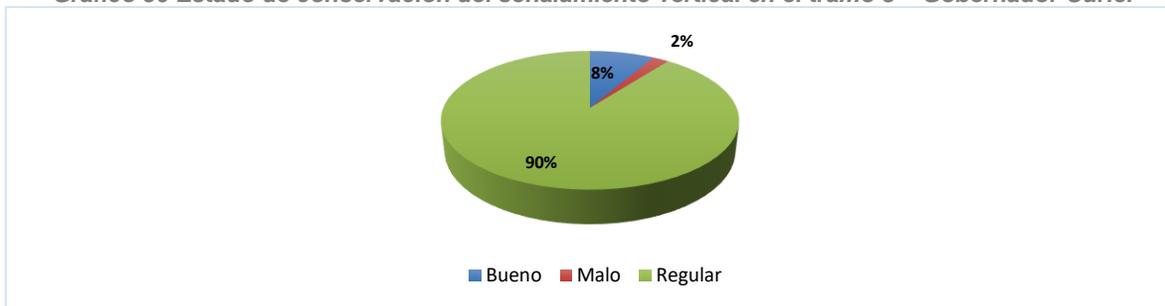
**Gráfico 49 Tipo de señalamiento vertical en el tramo 3 – Gobernador Curiel**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 50** se muestra el estado físico de las 48 señales que se encuentran en norma, de las cuales el 90% presenta condiciones regulares, seguidas por las que están en buen estado con el 8% y las que están en mal estado representan el 2%.

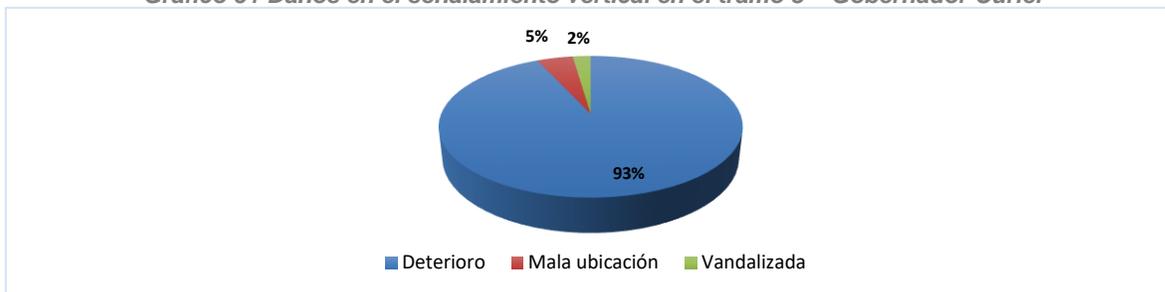
**Gráfico 50 Estado de conservación del señalamiento vertical en el tramo 3 – Gobernador Curiel**



Fuente: Elaboración propia

De las 44 señales que presentan algún tipo de daño, el 93% presentan deterioro, el 5% están mal ubicadas y el 2% se encuentran vandalizadas. Tal como se muestra en el **Gráfico 51**.

**Gráfico 51 Daños en el señalamiento vertical en el tramo 3 – Gobernador Curiel**



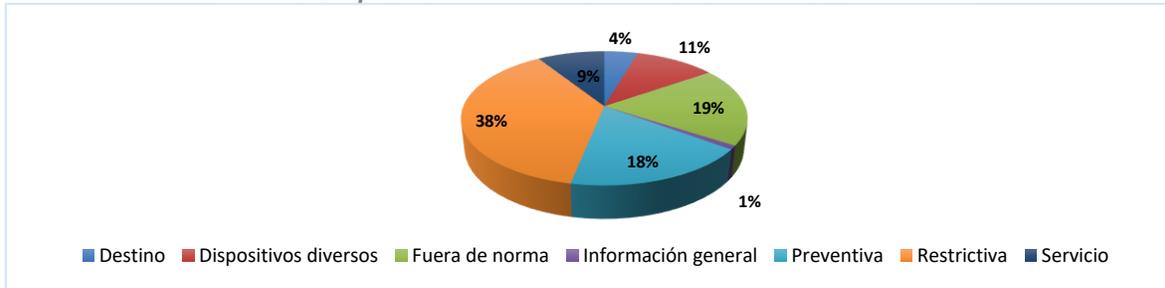
Fuente: Elaboración propia

### Tramo 4 – Ferrocarril

En el tramo 4 Ferrocarril se cuantificaron 111 señales, de las cuales el 38% son señales restrictivas, 18% señales preventivas, 11% dispositivos diversos, 9% de servicio, 4% señales de destino y 1% de información general. Dentro de las señales levantadas se

identificó que el 19% de las señales se encuentran fuera de norma, tal como se muestra en el *Gráfico 52*.

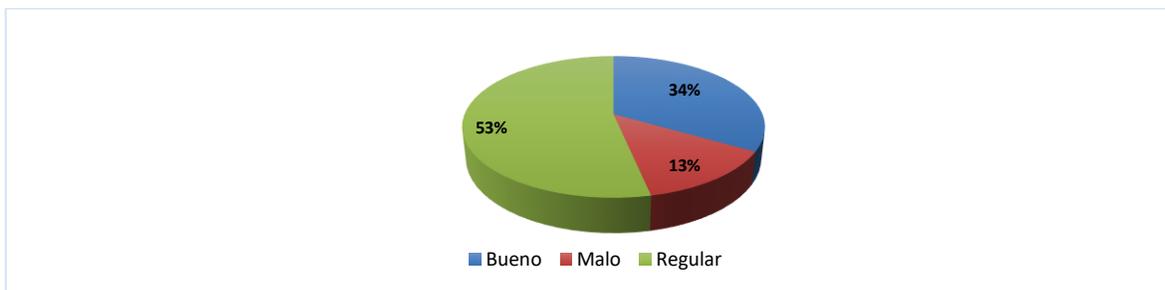
*Gráfico 52 Tipo de señalamiento vertical en el tramo 4 – Ferrocarril*



*Fuente: Elaboración propia*

De las señales levantadas en el tramo se cuantificaron 90 señales en norma, de las el 53% se encuentran en estado regular, 34% están en buen estado y no presentan ningún tipo de daño, mientras que el 13% restante se encuentran en mal estado. Tal como se muestra en el *Gráfico 53*.

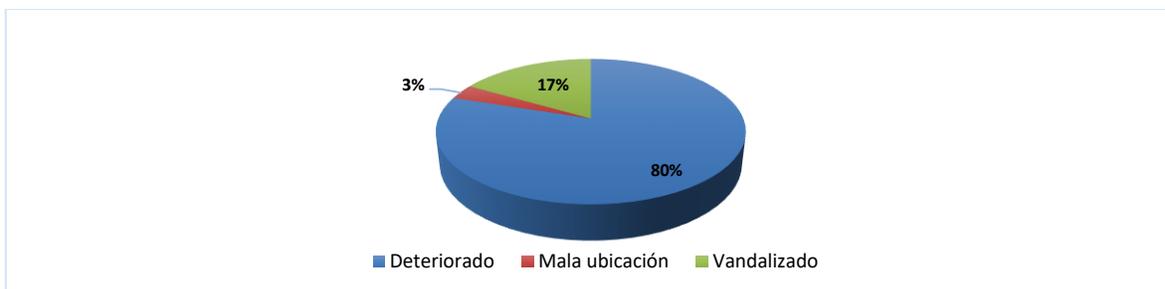
*Gráfico 53 Estado de conservación del señalamiento vertical en el tramo 4 – Ferrocarril*



*Fuente: Elaboración propia*

Como se muestra en el *Gráfico 54* se identificaron tres tipos de daños en las señales verticales cuantificadas en el tramo, donde las señales deterioradas representan el 80%, seguidas por aquellas que han sido vandalizadas con el 17% y las que están mal ubicadas con el 3%.

*Gráfico 54 Daños en el señalamiento vertical en el tramo 4 – Ferrocarril*



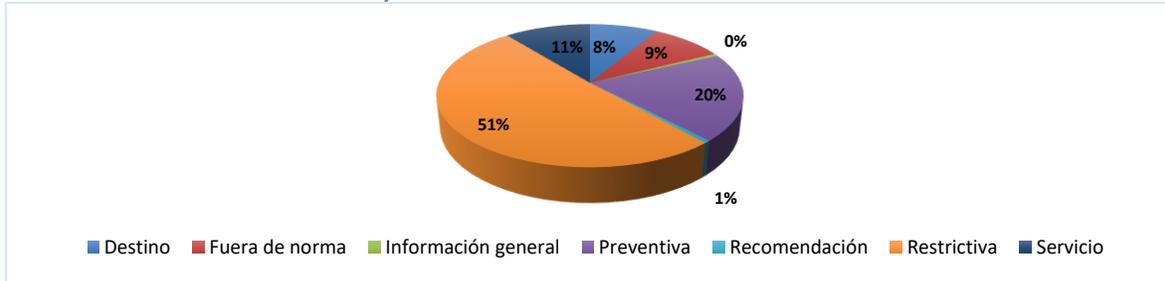
*Fuente: Elaboración propia*

## Tramo 5 – Colón

Durante el inventario en el tramo 5 Colón se cuantificaron 353 señales verticales, se identificaron 6 tipos de señales y aquellas que están fuera de norma.

Como se muestra en el *Gráfico 55* las señales restrictivas representan el 51%, las preventivas el 20%, las señales de servicio 11%, las que están fuera de norma 9%, las señales de destino representan el 8%, las señales de recomendación el 1% y las señales de información general representan menos de 1%.

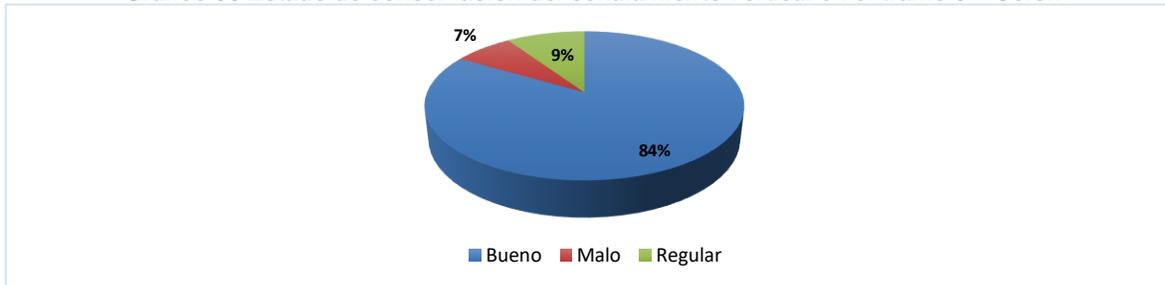
*Gráfico 55 Tipo de señalamiento vertical en el tramo 5 – Colón*



*Fuente: Elaboración propia*

Se cuantificaron 297 señales en norma, de las cuales el 84% no presentan ningún tipo de daño, seguido por las que se encuentran en estado regular con el 9% y el 7% están en malas condiciones. Tal como se muestra en el *Gráfico 56*.

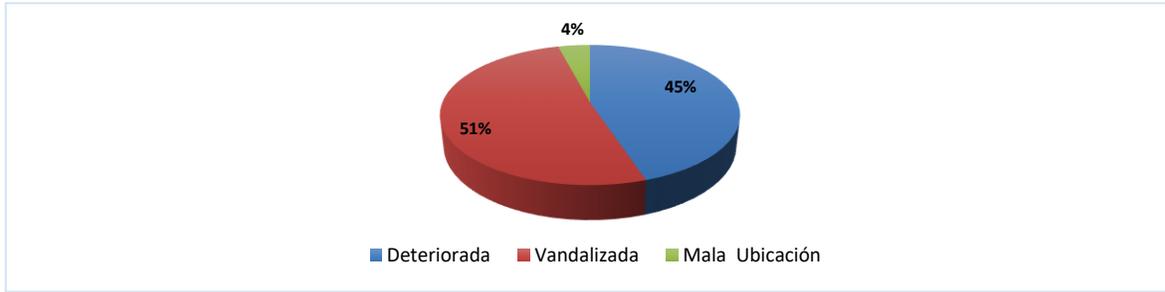
*Gráfico 56 Estado de conservación del señalamiento vertical en el tramo 5 – Colón*



*Fuente: Elaboración propia*

Solo 49 señales verticales presentaron algún tipo de daño, el 51% están vandalizadas, 45% se encuentran deterioradas y el 4% están mal ubicadas. Tal como se muestra en el *Gráfico 57*.

**Gráfico 57 Daños en el señalamiento vertical en el tramo 5 – Colón**

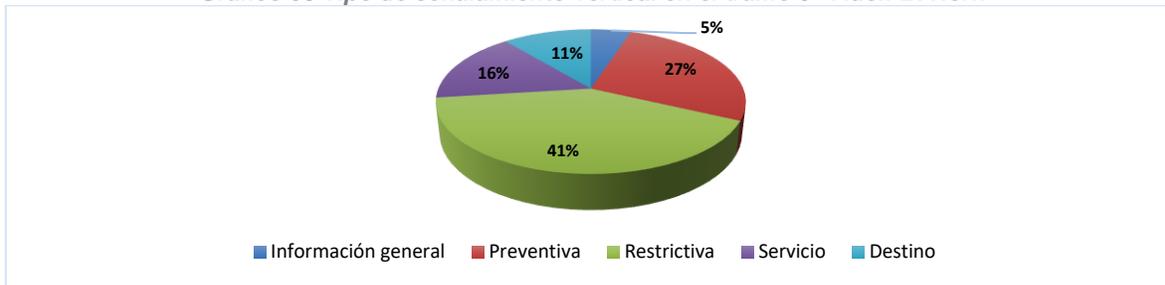


Fuente: Elaboración propia

**Tramo 6 - Adolf B. Horn**

En el tramo 6 Adolf B. Horn se identificaron 100 señales verticales y todas están dentro de la norma, las señales restrictivas representan el 41%, seguidas por las señales preventivas con el 27%, las señales del servicio el 16%, las señales de destino el 11% y las señales de información general solo representan el 5%. Tal como se muestra en el *Gráfico 58*.

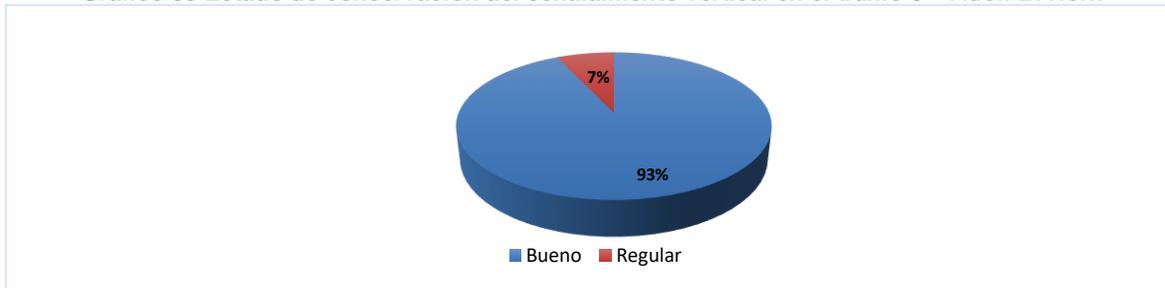
**Gráfico 58 Tipo de señalamiento vertical en el tramo 6 - Adolf B. Horn**



Fuente: Elaboración propia

En el inventario también se consideró el estado físico de las señales verticales cuantificadas en el tramo, de las cuales el 93% se encuentran en buen estado y solo el 7% se encuentra en estado regular. Tal como se muestra en el *Gráfico 59*.

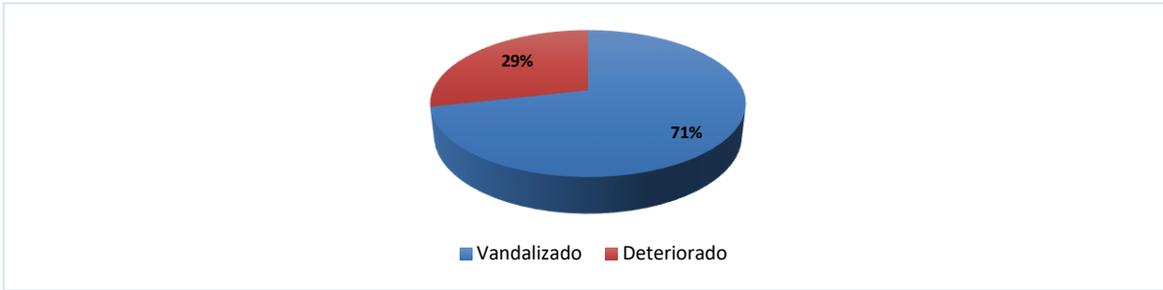
**Gráfico 59 Estado de conservación del señalamiento vertical en el tramo 6 – Adolf B. Horn**



Fuente: Elaboración propia

Solo se identificaron 7 señales que presentan algún tipo de daño, donde el 71% han sido vandalizadas y el 29% están deterioradas. Tal como se muestra en el *Gráfico 60*.

**Gráfico 60 Daños en el señalamiento vertical en el tramo 6 – Adolf B. Horn**

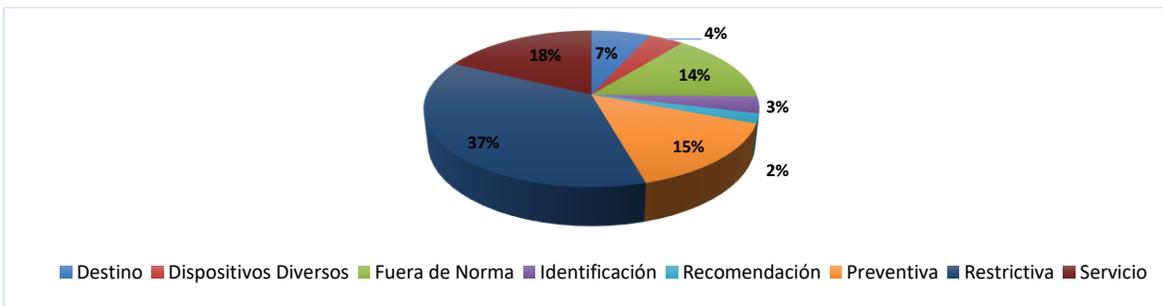


Fuente: Elaboración propia

**Tramo 7 – 8 de julio**

En el tramo 7 se cuantificaron 399 señales verticales, de las cuales el 14% se encuentran fuera de norma, las señales restrictivas representan el 37%, las señales de servicio el 18%, seguidas por las señales preventivas con el 15%, las señales de destino representan el 7% y el 9% restante se divide entre dispositivos diversos, señales de identificación y señales de recomendación. Tal como se muestra en el *Gráfico 61*.

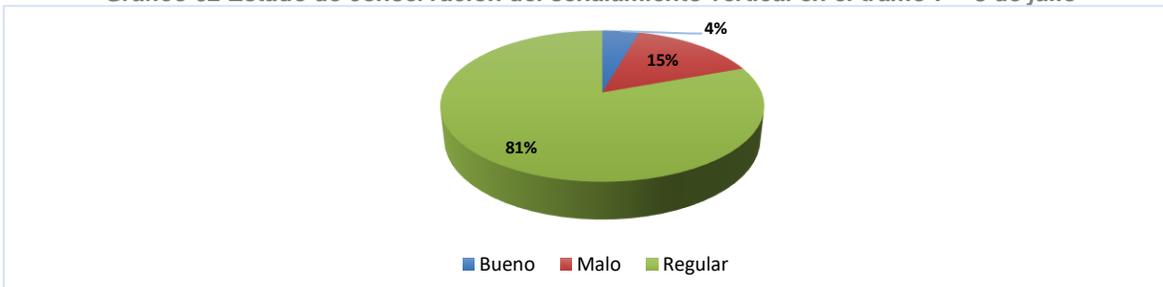
**Gráfico 61 Tipo de señalamiento vertical en el tramo 7 – 8 de julio**



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el *Gráfico 62*, el 81% de las señales que están en norma se encuentran en estado regular, el 15% están en malas condiciones y solo el 4% no presenta ningún tipo de daño.

**Gráfico 62 Estado de conservación del señalamiento vertical en el tramo 7 – 8 de julio**

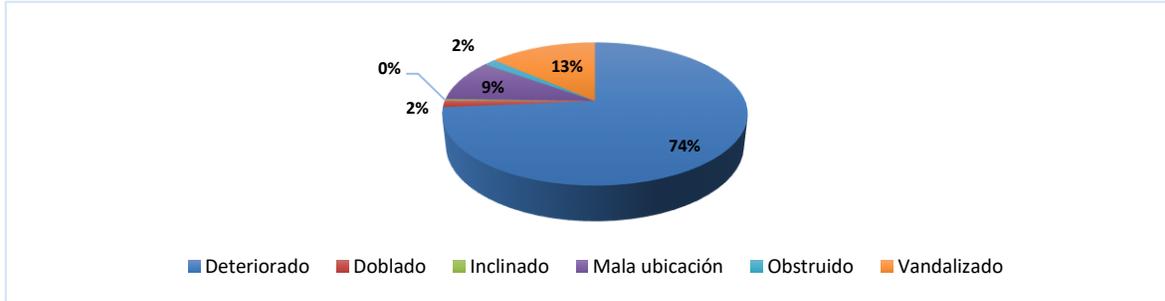


Fuente: Elaboración propia

Del inventario realizado se identificaron 326 señales verticales que presentan algún tipo de daño, el 74% están deterioradas, el 13% fueron vandalizadas, el 9% están mal ubicadas, el

2% están dobladas, el 2% se encuentran obstruidas y menos del 1% presentan inclinación en el soporte. Tal como se muestra en el *Gráfico 63*.

*Gráfico 63 Daños en el señalamiento vertical en el tramo 7 – Adolf B. Horn*

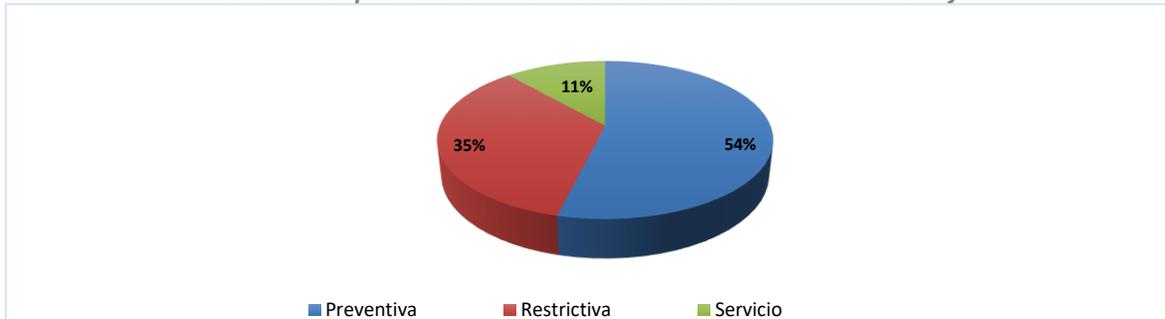


Fuente: *Elaboración propia*

### Tramo 8 – 1° de mayo

Durante el inventario realizado en el tramo 8 se cuantificaron 26 señales y 3 tipos de señales, donde el 54% son señales preventivas, seguidas por las señales restrictivas que representan el 34% y las señales de servicio con el 11%. Tal como se muestra en el *Gráfico 64*.

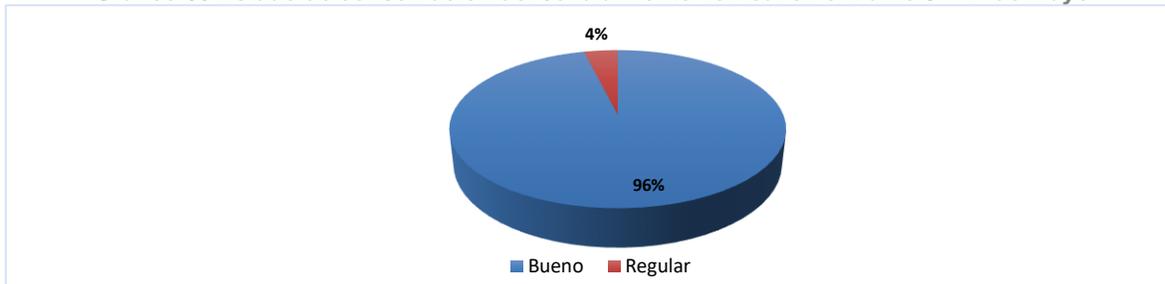
*Gráfico 64 Tipo de señalamiento vertical en el tramo 8 – 1° de mayo*



Fuente: *Elaboración propia*

Como se muestra en el gráfico *Gráfico 65* respecto al estado físico de las señales, el 96% se encuentran en buen estado y solo el 4% se encuentran en estado regular.

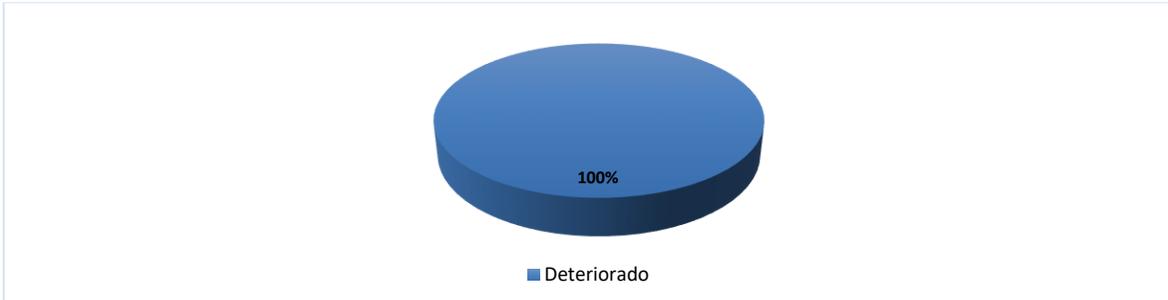
*Gráfico 65 Estado de conservación del señalamiento vertical en el tramo 8 – 1° de mayo*



Fuente: *Elaboración propia*

De las señales identificadas en el tramo, solo una se encuentra deteriorada. Tal como se muestra en el *Gráfico 66*.

*Gráfico 66 Daños en el señalamiento vertical en el tramo 8 – 1° de mayo*

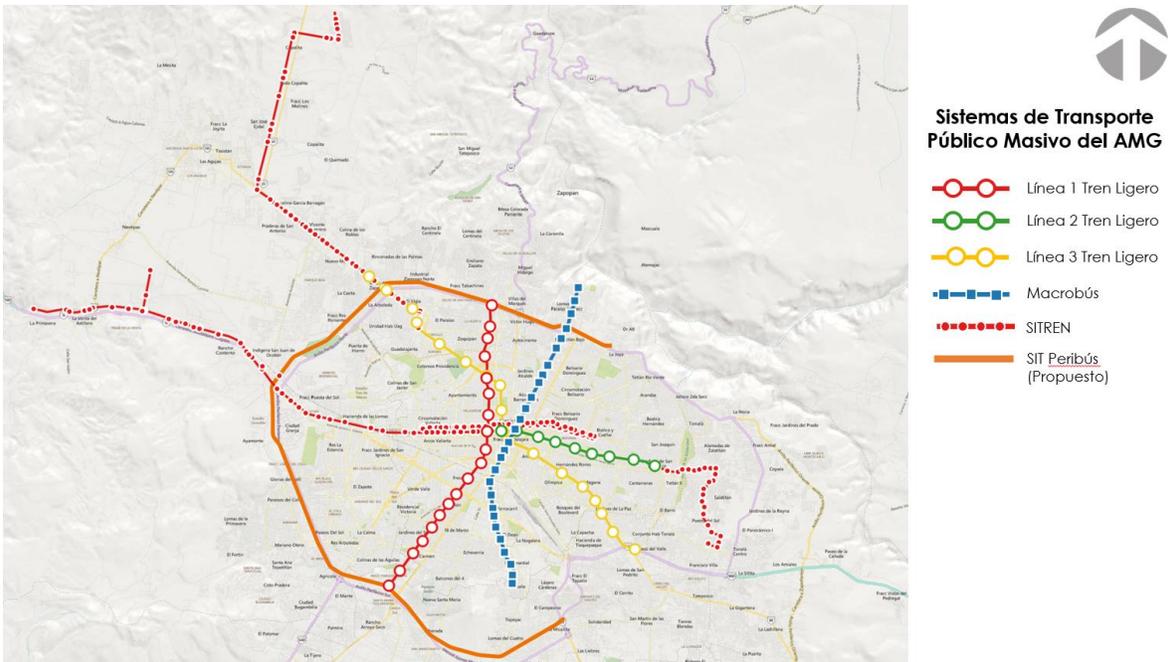


Fuente: Elaboración propia

● **Infraestructura de Transporte Público**

En el *Mapa 47* se muestran los diferentes sistemas de transporte público masivo dentro del Área Metropolitana de Guadalajara, la cual cuenta con tres líneas de tren ligero, una línea de BRT Macrobus y un sistema de autobuses y trolebuses Sitren.

*Mapa 47 Sistemas de transporte Público Masivo en el Área Metropolitana de Guadalajara*



Fuente: Elaboración propia

El tren ligero se compone por dos líneas que cubren 24 kilómetros. Actualmente, la línea 3 se encuentra en un estado avanzado de construcción y la línea 4 se encuentra en proyecto. El Macrobus es un sistema de BRT que cuenta con una línea de 41.5 kilómetros que atraviesa la ciudad de norte a sur. El sistema Sitren, Sistema Integrado del Tren

Ligero, se compone por autobuses y trolebuses en varios puntos de la ciudad, que cubren un área de 131.5 kilómetros. En la

Tabla 5 se muestran los resúmenes de los sistemas de transporte público masivo.

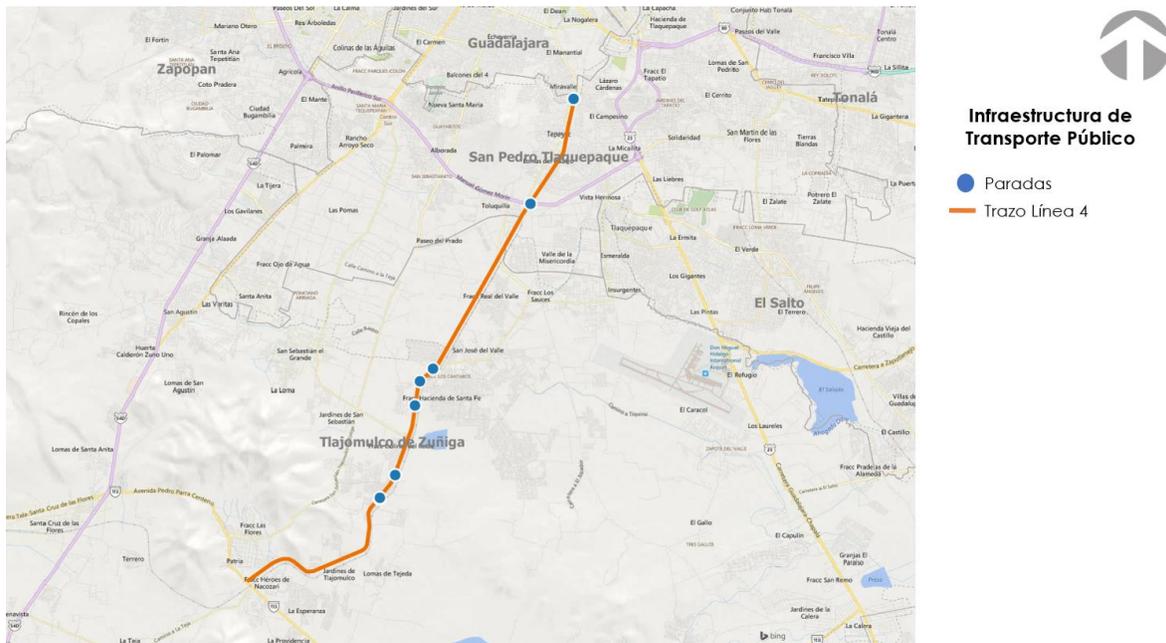
Tabla 5 Infraestructura de transporte Público Masivo

Sistema	Distancia (Km)	Número de Estaciones	Distancia promedio entre estaciones (metros)	Trenes a servicio	Capacidad	Forma de Pago	Costo de Viaje	tiempos de Recorrido de T1-T2	Servicio Express	Horario de Servicio
Línea 1	15.5	20	825	32 trenes	x/m2=304xC	Tarjeta	\$ 9.50	32 min	-	5:00 - 23:00
Línea 2	8.5	10	850	16 trenes	x/m2=220xC	Tarjeta	\$ 9.50	18 min	-	5:00 - 23:00
Línea 3	21.5	18	1200				ND			
Macrobús	41.5	27	292	41 autobuses	18m=160pax	Tarjeta	\$ 9.50	46 min	38 min	5:00 - 23:01
SITREN	131.5	184	SD			Tarjeta/efectivo	\$ 9.50			4:40 - 11:45

Fuente: Elaboración propia

A lo largo del trazo de línea 4 se ubicaron las diferentes paradas de bus existentes, las cuales se muestran en el Mapa 48, en donde se encontraron siete puntos de ascensos y descenso, entre los que se encuentran parabuses y/o señales verticales y horizontales.

Mapa 48 Infraestructura de transporte público



Fuente: Elaboración propia

## 5. Resultados de Estudio de Demanda Línea 4

---

El trazo de la línea 4 del Tren Eléctrico Urbano comunicará al sur de la ciudad a través del corredor de la vía ferroviaria a Manzanillo, ofreciendo una nueva opción de transporte público masivo a dos de los centros poblacionales más importantes ubicados al sur del Área Metropolitana de Guadalajara; la cabecera municipal de Tlajomulco y el fraccionamiento Hacienda Santa Fe, por ello para la realización del Estudio de Demanda resultó necesario conocer las condiciones actuales del sistema de transporte público mediante la elaboración de un modelo macroscópico del nuevo sistema propuesto, así como su integración de este con el sistema de transporte público existente y proyectado para esta Área Metropolitana, a través del presente estudio de demanda para la Línea 4 del Tren Eléctrico Urbano, lo cual permitió:

- ✓ Estimar la demanda de las diferentes rutas existentes en la zona de estudio.
- ✓ Identificar las horas de máxima demanda de pasajeros.
- ✓ Representar y evaluar la situación actual de la oferta y demanda de transporte público.
- ✓ Caracterizar los patrones de movilidad, identificando los principales atractores y generadores de viajes.
- ✓ Identificar los principales pares de viajes en la zona de estudio.
- ✓ Generar un modelo que sea la base para la evaluación de alternativas y para el diseño del proyecto de transporte masivo implementado en la vía ferroviaria a Manzanillo.
- ✓ Definir el reordenamiento de las rutas que convergen en la zona de estudio e;
- ✓ Identificar finalmente la demanda potencial del proyecto.

• **Definición de estaciones para estudios**

En el *Mapa 49* se muestra la ubicación de las 22 estaciones para la realización de los estudios de campo a lo largo del trazo propuesto. Se enumeran de norte a sur.



*Fuente: Elaboración propia*

En la *Tabla 6* se muestra la ubicación de las estaciones, así como los estudios que se realizaron en cada una de ellas.

**Tabla 6 Estudios por estación**

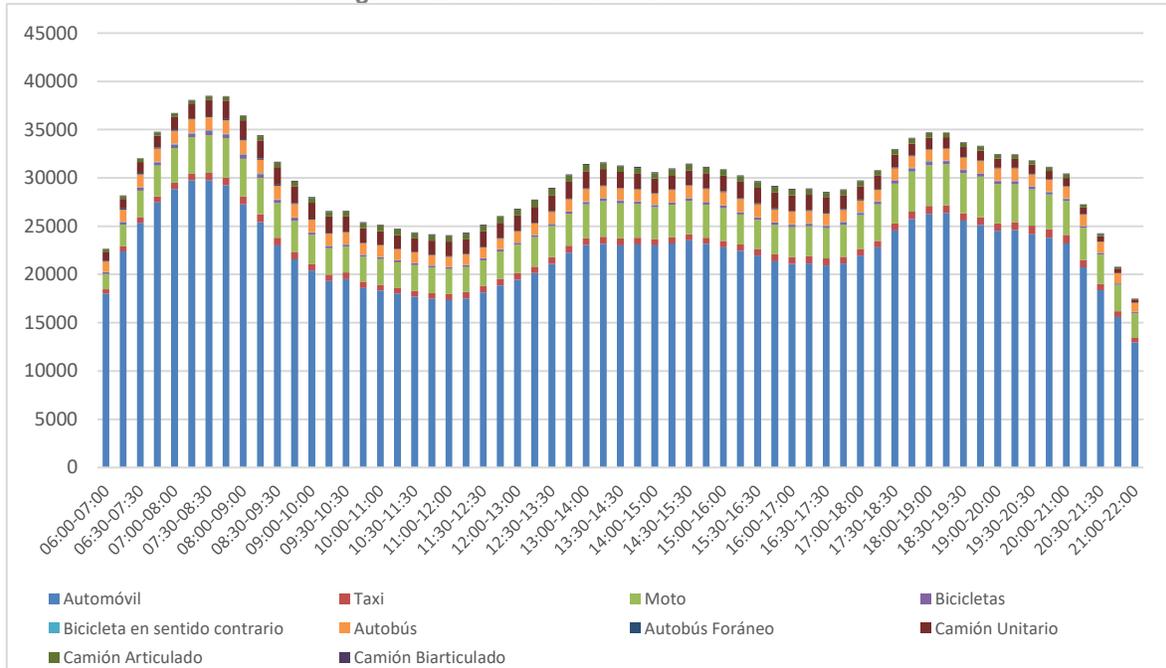
Estudios Realizados						
Estación	Ubicación	Aforo de Flujo	Aforo Direccional	Frecuencia de Paso y Ocupación Visual	Ascenso y Descenso de Pasajeros	Encuesta Origen Destino - Preferencia Declarada
E01	Gobernador Curiel - Arquitectura - Cardenal					
E02	Fray Angélico - Prol. Gobernador Curiel					
E03	Ferrocarril - Andrés Carreón					
E04	Ferrocarril - Artesanos					
E05	Periférico Sur - Ferrocarril					
E06	Ferrocarril - La Paz					
E07	Ferrocarril - Adolf B. Horn					
E08	Ferrocarril - Valle San Víctor					
E09	Ferrocarril - Líneas de Alta Tensión					
E10	Ferrocarril - De los Altos					
E11	Concepción - De las Américas					
E12	Ferrocarril - Concepción					
E13	San Sebastián el Grande - Camino a Unión del 4					A bordo
E14	Constitución Ote. - Luxemburgo					A bordo
E15	Constitución Ote. - Mega Empak					
E16	Constitución Ote. - Av. Del Almendro					
E17	Constitución Ote.- Ferrocarril					
E18	Constitución Oriente - Cortijo					
E19	Prolongación Mariano Escobedo - Ferrocarril					
E20	Mariano Escobedo - Higuera					
E21	Higuera - Ferrocarril					
E22	Ferrocarril - Circuito Metropolitano					

Fuente: Elaboración propia

- **Definición de la Hora de Máxima Demanda**

La hora de máxima demanda del sistema fue obtenida a partir de la suma de los aforos vehiculares de las 22 estaciones. En el *Histograma 2* se muestra el comportamiento del sistema durante el periodo aforado, de 16 horas. La hora de máxima demanda se ubicó en el periodo matutino, entre las 7:30h y 8:30h con la presencia de 38,423 vehículos, mientras que para el periodo vespertino se encontró entre las 18:15h y 19:15h con la presencia de 34,728 vehículos.

*Histograma 2 Hora de Máxima Demanda del Sistema*



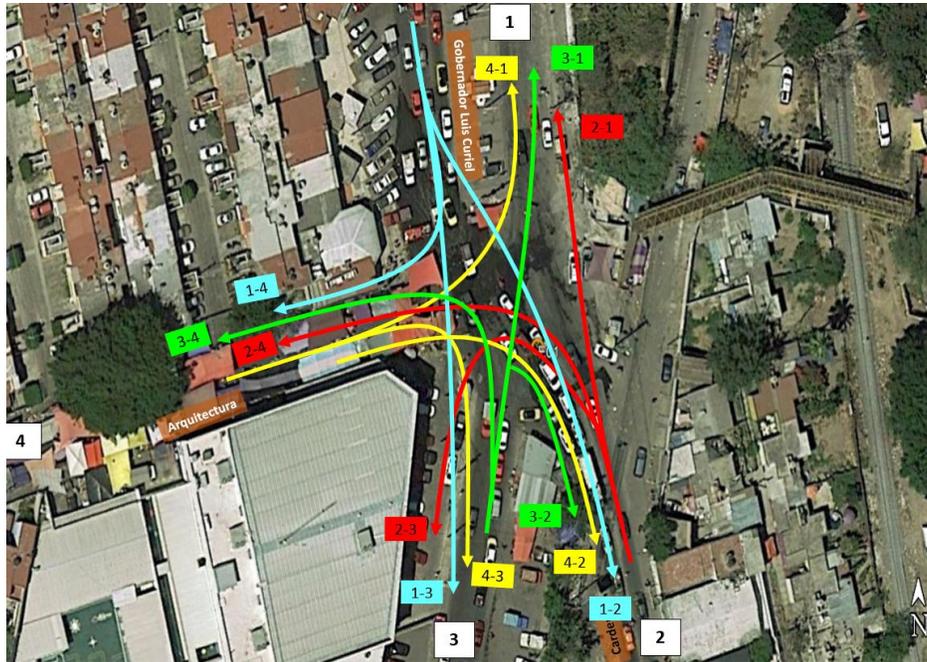
Fuente: Elaboración propia

- **Aforo vehicular**

- **Estación 1 – Gobernador Curiel – Arquitectura – Cardenal**

La intersección entre avenida Gobernador Luis Curiel y Arquitectura forma una estrella en la que suceden un gran número de movimientos direccionales, como se muestra en la *Ilustración 13*. Para el aforo vehicular se consideraron 12 movimientos direccionales, que registraron un total de 19,834 vehículos durante el día.

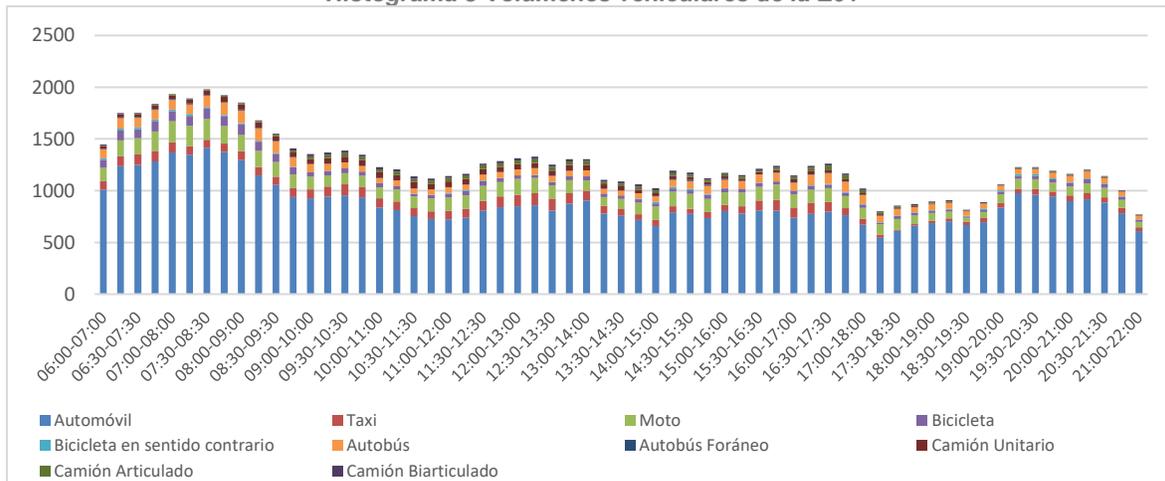
*Ilustración 13 Movimientos direccionales E01*



*Fuente: Elaboración propia*

En el *Histograma 3* se muestra el comportamiento vehicular durante el aforo, donde la mayor carga vehicular se encuentra en las primeras horas del día. La hora de máxima demanda de la estación se encontró entre las 7:30h a 8:30h, la cual coincide con la hora de máxima demanda del sistema con un aforo de 1,982 vehículos. Durante el periodo vespertino la hora con la mayor carga vehicular en la estación se ubicó entre las 16:30h y las 17:30h, con un aforo de 1,261 vehículos.

*Histograma 3 Volúmenes vehiculares de la E01*

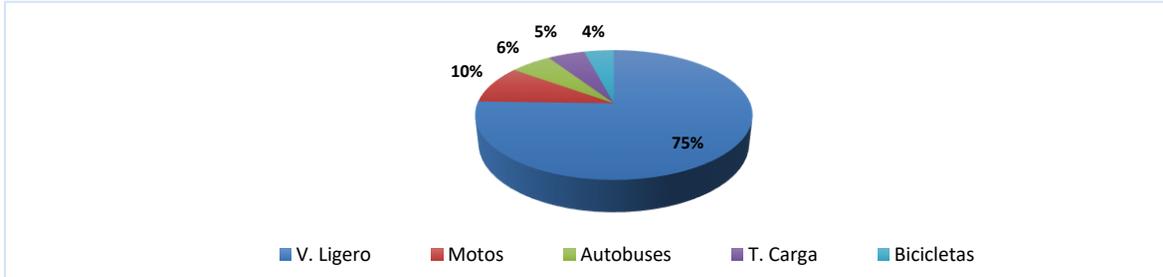


*Fuente: Elaboración propia*

El aforo vehicular se clasificó en cinco diferentes categorías con sus respectivos porcentajes que se muestran en el *Gráfico 67*. Los vehículos ligeros, que corresponden a los automóviles y taxis, representan el 75% del aforo, están seguidos por las motocicletas con

el 10%, los autobuses de transporte público con el 6%, el transporte de carga con el 5% y, por último, las bicicletas con el 4%.

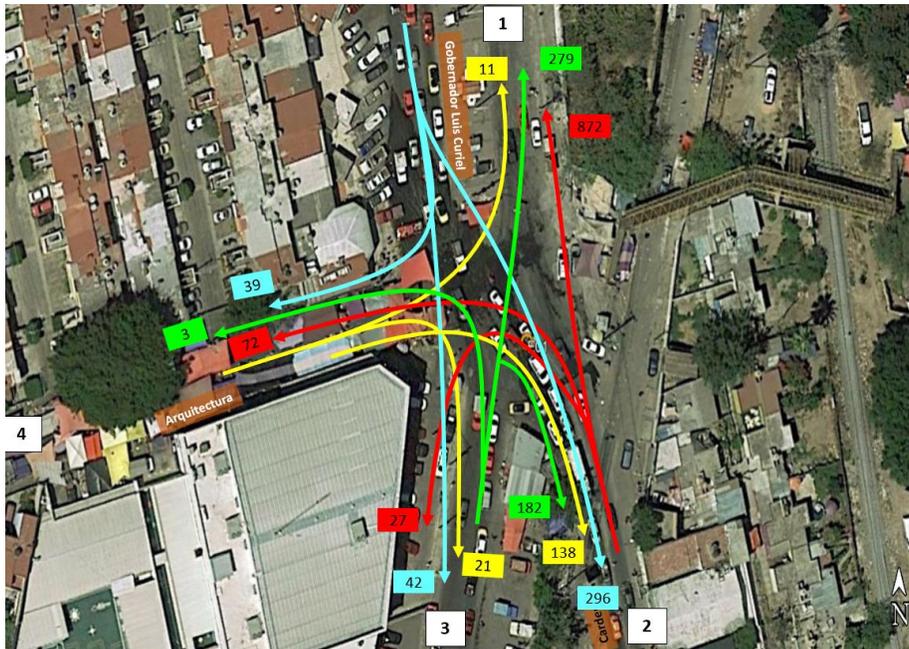
Gráfico 67 Clasificación vehicular E01



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 14* se muestran los volúmenes vehiculares por movimiento durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo matutino, de 7:30h a 8:30h, en donde se registró un aforo de 1,982 vehículos. El movimiento sobre la avenida Gobernador Luis Curiel, en sentido sur – norte, presenta la mayor carga vehicular con un volumen de 872 vehículos.

Ilustración 14 Volúmenes de la HMD matutina en la E01



Fuente: Elaboración propia

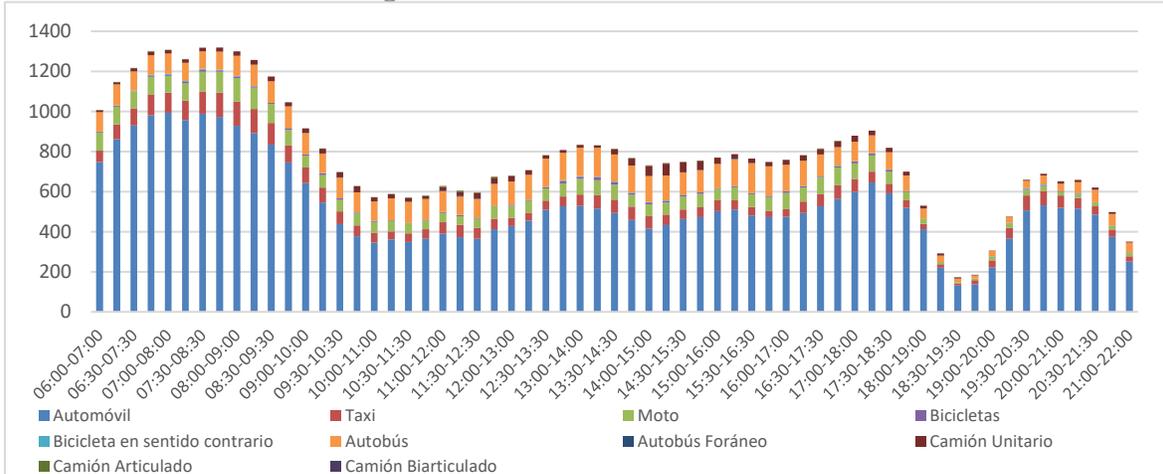
Durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo vespertino, de 18:15h a 19:15h, se registró un aforo de 908 vehículos. El movimiento con dirección sur – norte sobre Gob. Luis Curiel registró la mayor carga vehicular con un aforo de 464 vehículos, como se muestra en la *Ilustración 15*.



Fuente: Elaboración propia

En el **Histograma 4** se muestra el comportamiento de la estación, el cual se mantiene por encima de los 25,000 vehículos durante la mayor parte del día con volúmenes más altos durante el periodo matutino. El periodo de mayor demanda de la estación para el periodo matutino se ubicó entre las 07:45h y 08:45h con un aforo de 1,319 vehículos, mientras que para el periodo vespertino se ubicó entre las 17:15h y 18:15h con 905 vehículos.

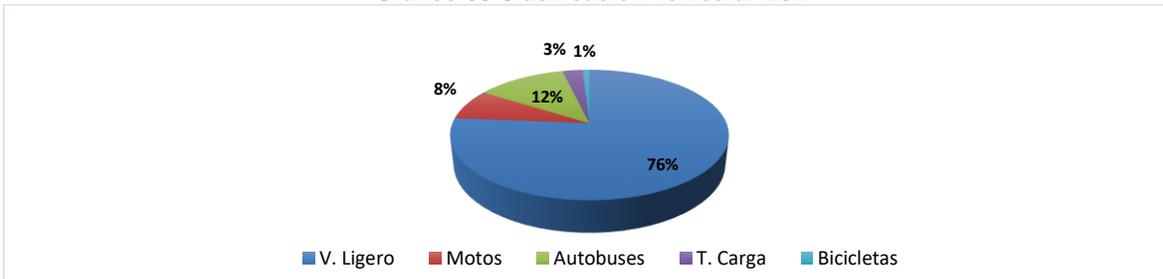
**Histograma 4** Volúmenes vehiculares de la E02



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 68** se muestra la clasificación vehicular y su proporción obtenidas del aforo de la estación. Se observa que el 76% del aforo se compone por vehículos ligeros, es decir, automóviles y taxis, los cuales están seguidos por motocicletas con el 8%, autobuses de transporte público con el 12%, el transporte de carga con el 3% y, por último, las bicicletas componen el 1% del aforo de la estación.

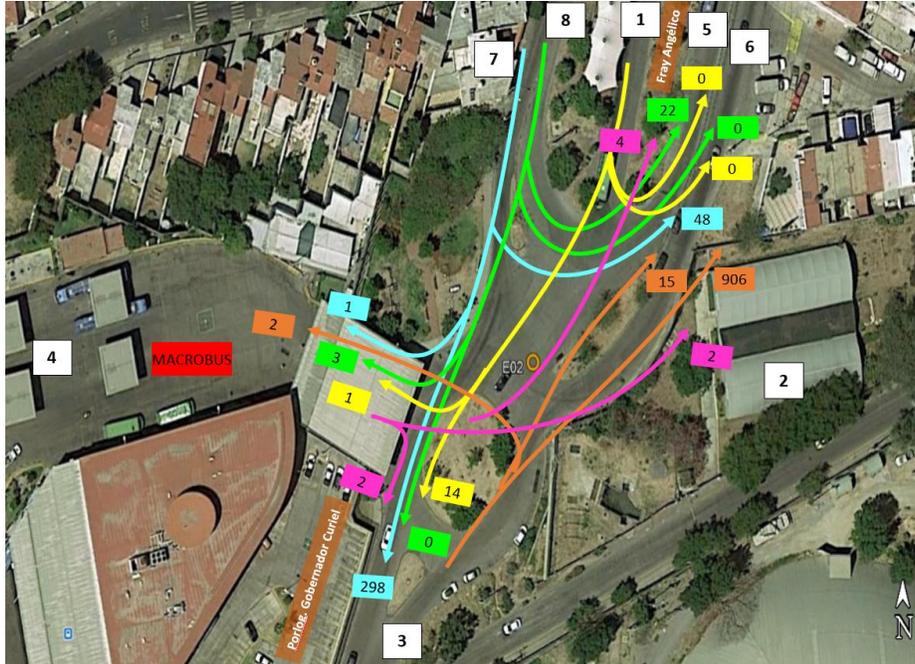
**Gráfico 68** Clasificación vehicular E02



Fuente: Elaboración propia

En la **Ilustración 17** se muestran los volúmenes de los movimientos aforados durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo matutino, de 7:30h a 8:30, en donde se registró un aforo de 1,318 vehículos. El movimiento con dirección norte sobre Fray Angélico registró un volumen de 906 vehículos, casi el 70% de la estación.

*Ilustración 17 Volúmenes de la HMD matutina en la E02*

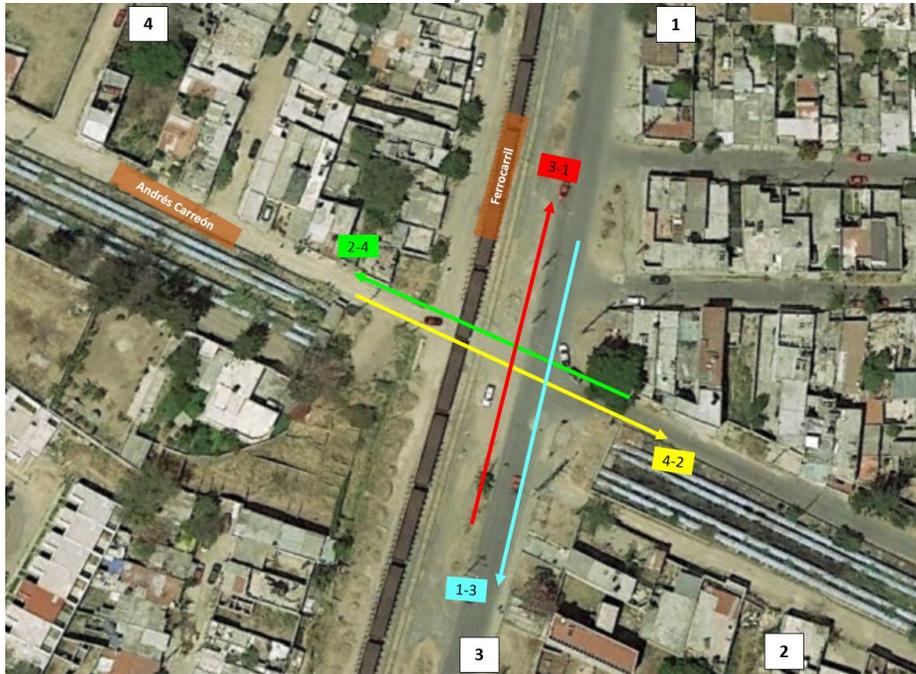


Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 18* se muestran los volúmenes de los movimientos aforados durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo vespertino, entre las 18:15h y las 19:15h, en donde se registró un aforo de 291 vehículos, el cual es menor en más de 1,000 vehículos con respecto a la hora de máxima demanda del periodo matutino debido a la presencia de lluvia. El movimiento con dirección sur sobre Fray Angélico registró 239 vehículos, representando el 82% del aforo en la estación.



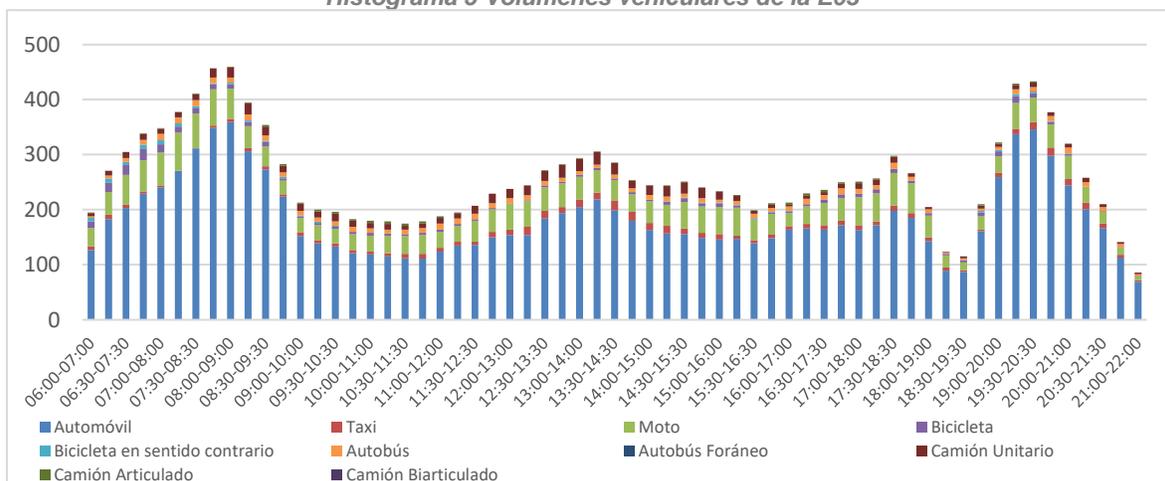
Ilustración 19 Flujos vehiculares E03



Fuente: Elaboración propia

En el *Histograma 5* se muestra el comportamiento de los vehículos en la estación, la cual cuenta con horas pico definidas con volúmenes superiores a los 400 vehículos y horas valle con volúmenes de entre 200 y 300 vehículos. Alrededor de las 19:00h se presentó una lluvia intensa que disminuyó los volúmenes vehiculares. La hora de mayor demanda de la estación para el periodo matutino se encontró entre las 08:00h y 9:00h con un aforo de 460 vehículos, mientras que para el periodo vespertino se ubicó entre las 19:30h y 20:30h con un aforo de 433 vehículos.

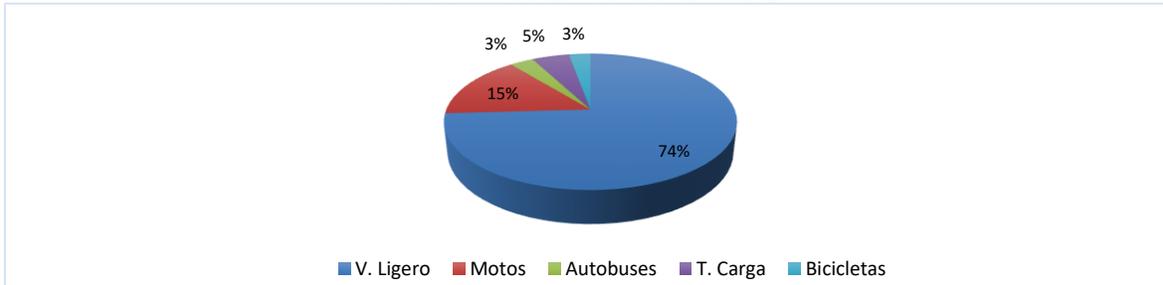
Histograma 5 Volúmenes vehiculares de la E03



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 69** se muestran los porcentajes de la clasificación vehicular obtenidos en el aforo de la estación. Se observa que el 74% del aforo se compone por vehículos ligeros, automóviles y taxis, seguidos por motocicletas que conforman el 15%, el transporte de carga que conforma el 5%, los autobuses de transporte público que componen el 3% y las bicicletas que componen el 3% restante.

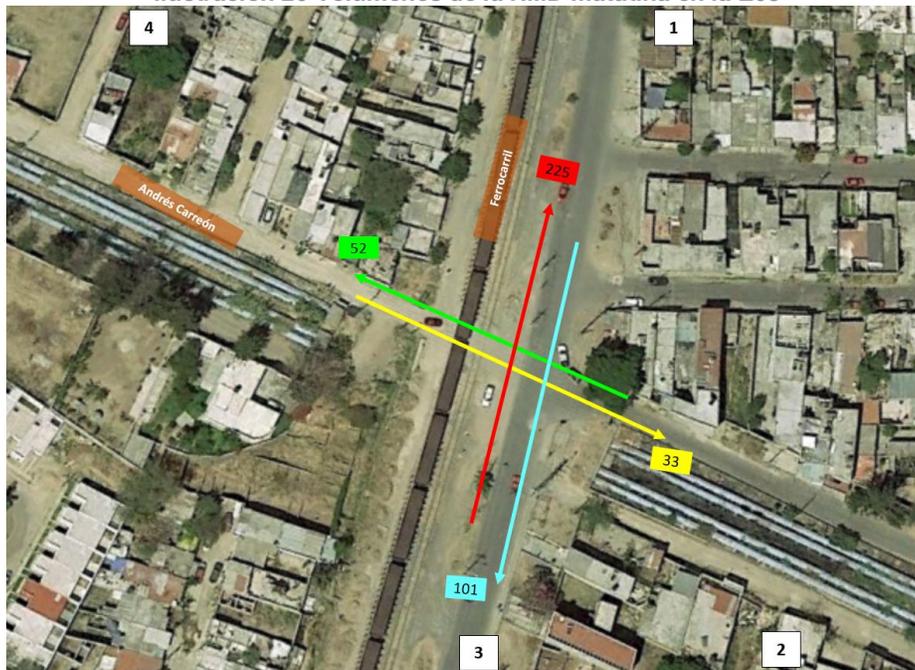
**Gráfico 69 Clasificación vehicular E03**



Fuente: Elaboración propia

En la **Ilustración 20** se muestran los volúmenes de los movimientos aforados durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo matutino, entre las 7:30h y las 8:30h con un volumen de 411 vehículos. El movimiento con dirección norte sobre ferrocarril obtuvo el mayor aforo con 225 vehículos.

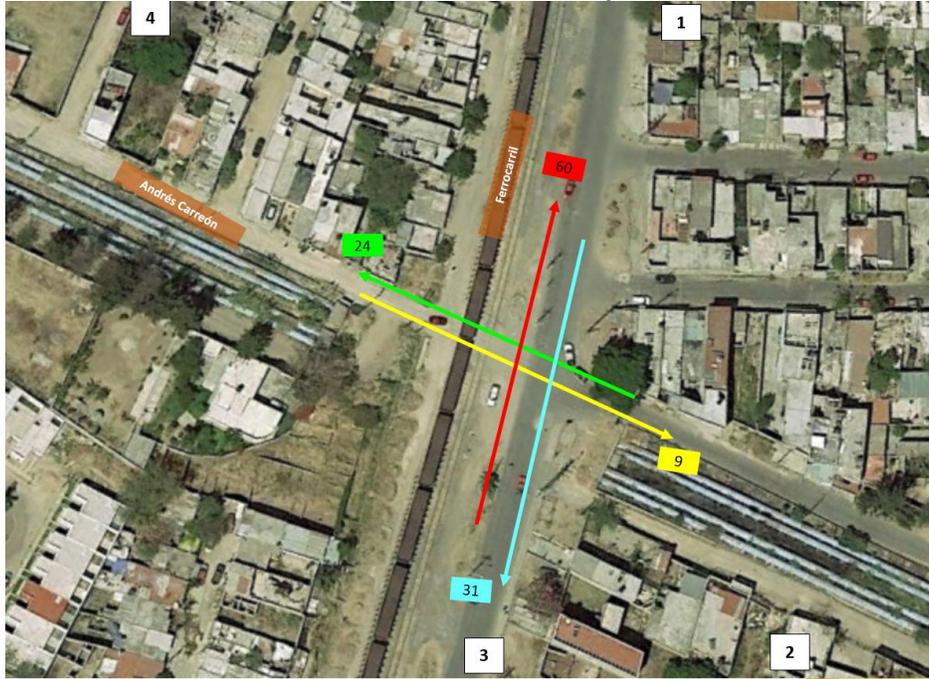
**Ilustración 20 Volúmenes de la HMD matutina en la E03**



Fuente: Elaboración propia

En la **Ilustración 21** se muestran los volúmenes de los movimientos aforados durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo vespertino, entre las 18:15h y las 19:15h, en donde se registró un aforo de 124 vehículos, en donde el movimiento con dirección norte sobre ferrocarril continúa con el mayor volumen al haber registrado 60 vehículos.

*Ilustración 21 Volúmenes de la HMD vespertina en la E03*

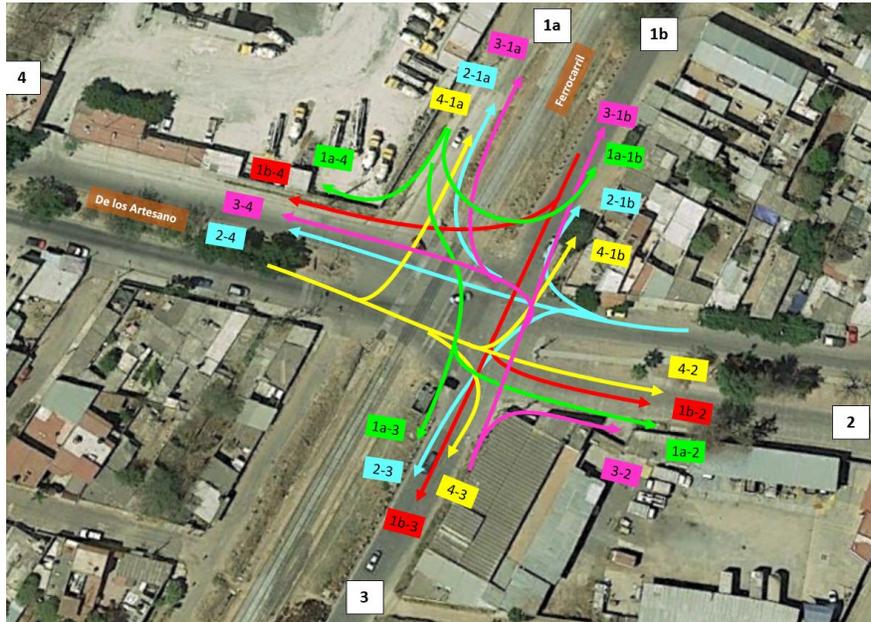


Fuente: Elaboración propia

▪ Estación 4 – Ferrocarril – Artesanos

En la *Ilustración 22* se muestra la intersección que forma una cruz y en donde se suceden 19 movimientos direccionales que fueron considerados para el aforo y registraron, durante todo el periodo, un total de 9,278 vehículos.

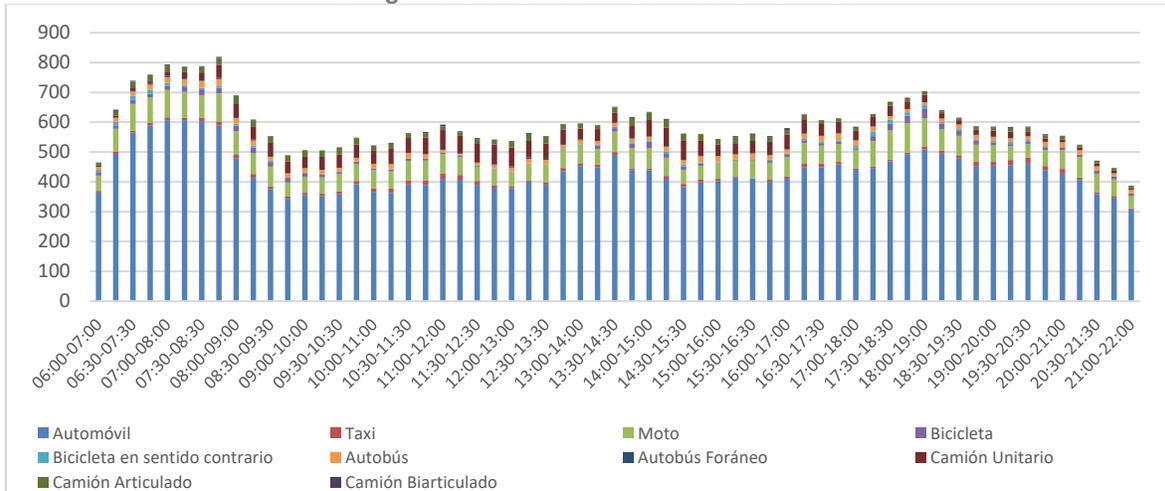
*Ilustración 22 Movimientos direccionales E04*



Fuente: Elaboración propia

En el *Histograma 6* se muestra el comportamiento de la estación, la cual presenta mayores cargas vehiculares durante el periodo matutino, pero se mantiene constante alrededor de los 500 vehículos. El periodo de máxima demanda de la estación se ubicó entre las 07:45h y 8:45h con un volumen de 819 vehículos, mientras que para el periodo vespertino se ubicó entre las 18:00h y 19:00h con un aforo de 704 vehículos.

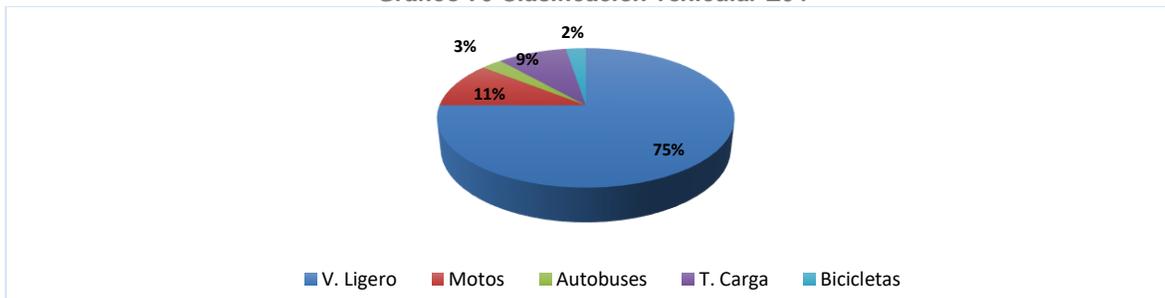
*Histograma 6 Volúmenes vehiculares de la E04*



Fuente: Elaboración propia

Los porcentajes de la clasificación vehicular de la estación se muestran en el *Gráfico 70*, en donde se observa que el 75% del aforo se compone por vehículos ligeros, automóviles y taxis, seguido por las motocicletas que componen el 11%, el transporte de carga que compone el 9%, los autobuses de transporte público que componen el 3% y, por último, las bicicletas componen el 2% del aforo.

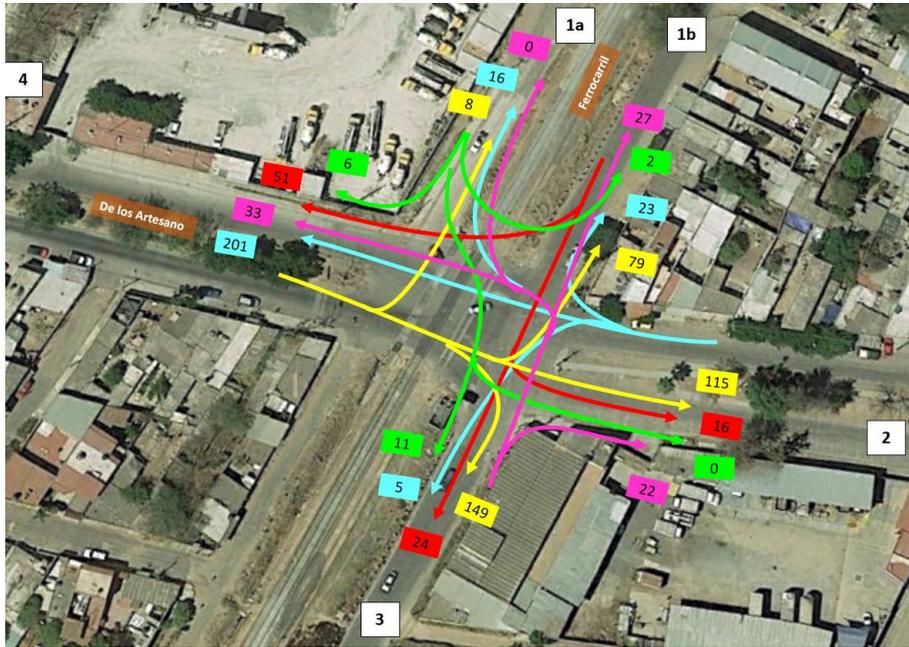
*Gráfico 70 Clasificación vehicular E04*



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 23* se muestran los volúmenes de los movimientos aforados durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo matutino, de 7:30h a 8:30h, en donde se registró un aforo de 788 vehículos. El movimiento con mayor volumen se registró sobre Avenida de los Artesanos con dirección oriente – poniente con 201 vehículos.

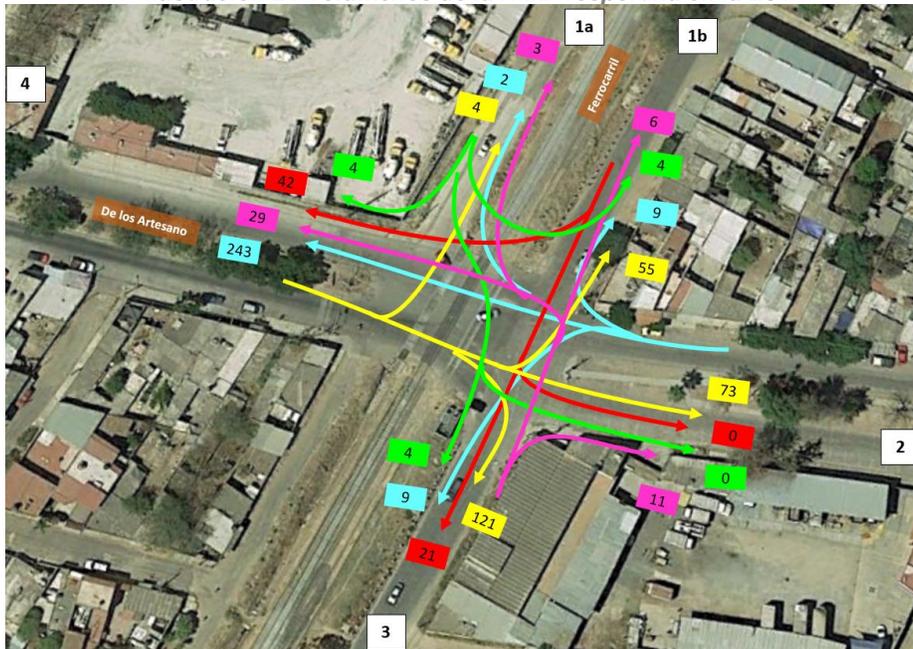
**Ilustración 23 Volúmenes de la HMD matutina en la E04**



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 24* se muestran los volúmenes obtenidos de los movimientos aforados durante la hora de máxima demanda del periodo vespertino, en donde se registró un aforo de 640 vehículos.

**Ilustración 24 Volúmenes de la HMD vespertina en la E04**

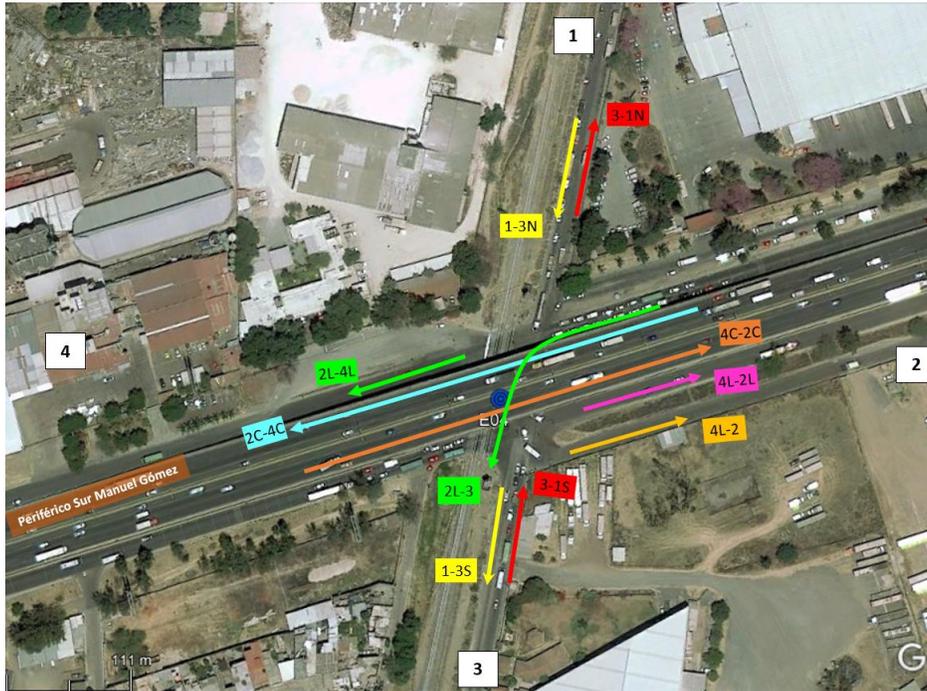


Fuente: Elaboración propia

▪ **Estación 5 – Periférico Sur – Ferrocarril**

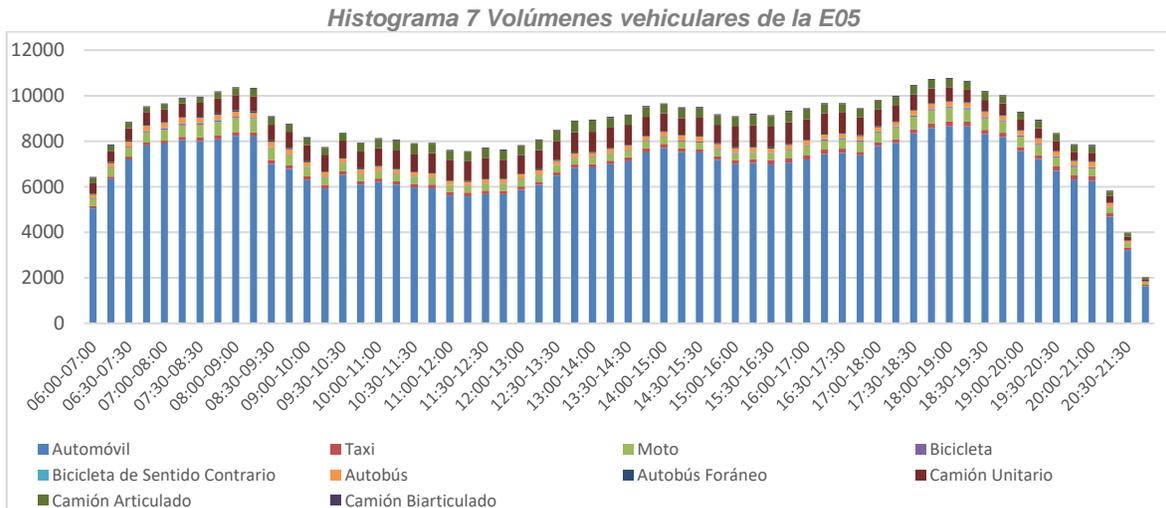
La intersección entre Periférico y Ferrocarril forma una cruz, en donde los carriles centrales de Periférico atraviesan de forma elevada Ferrocarril, como se muestra en la *Ilustración 25*, en donde se observan también los diez movimientos direccionales que se consideraron para el aforo y que, durante todo el periodo, registraron el tránsito de 133,326 vehículos, el aforo más alto de todo el estudio.

*Ilustración 25 Movimientos direccionales E05*



Fuente: Elaboración propia

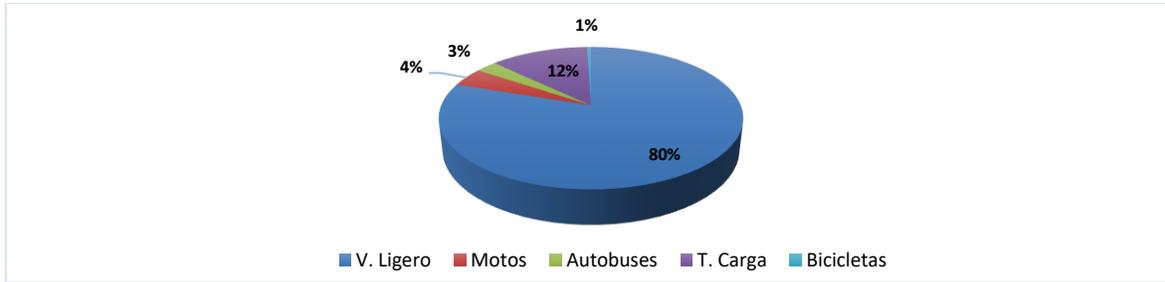
*Histograma 7* se muestran los volúmenes de la estación durante el aforo, el cual se mantiene constante durante la mayor parte del día con volúmenes entre los 8,000 y 10,000 vehículos. La hora de máxima demanda de la estación del periodo matutino se encontró entre las 8:00h y 9:00h con un volumen de 10,377 vehículos, mientras que para el periodo vespertino se encontró entre las 18:00h y 19:00h con un volumen de 10,785 vehículos.



*Fuente: Elaboración propia*

La clasificación vehicular y sus porcentajes para la estación se muestran en el *Gráfico 71*, en donde se observa que el 80% del aforo se compone por vehículos ligeros, automóviles y taxis, seguido por el 12% que se compone por transporte de carga, el 4% que se compone por motocicletas, el 3% que se compone por las unidades de transporte público y el 1% restante se conforma por bicicletas.

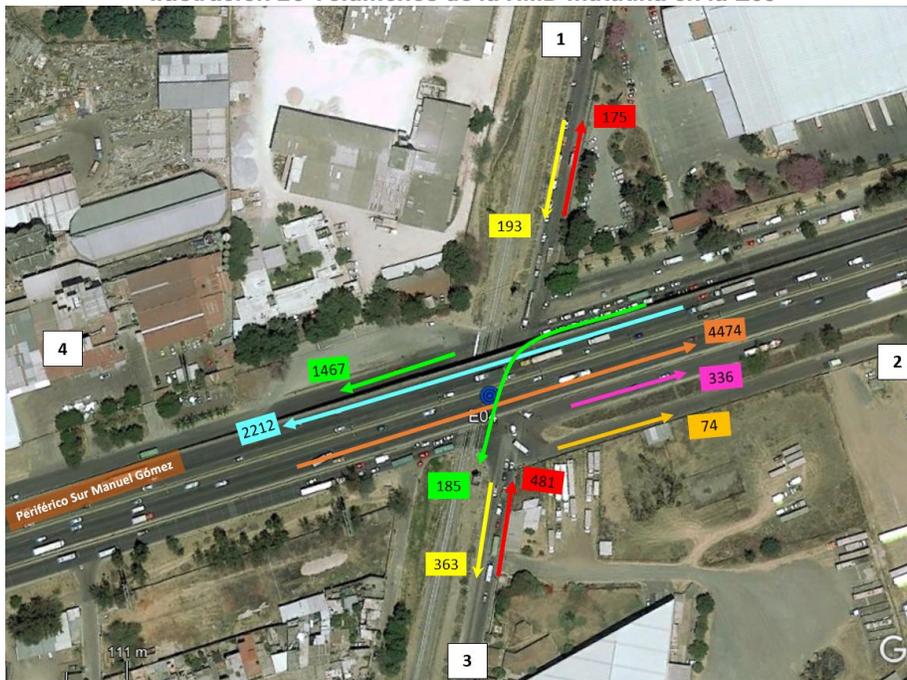
**Gráfico 71 Clasificación vehicular E05**



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 26* se muestran los volúmenes de los movimientos direccionales considerados para el aforo durante la hora de máxima demanda del sistema en el periodo matutino, de 7:30h a 8:30h, en donde se registró el tránsito de 9,960 vehículos. Los movimientos con mayor volumen se encontraron sobre periférico, con dirección poniente – oriente, en donde el central tuvo un aforo de 4,474 vehículos.

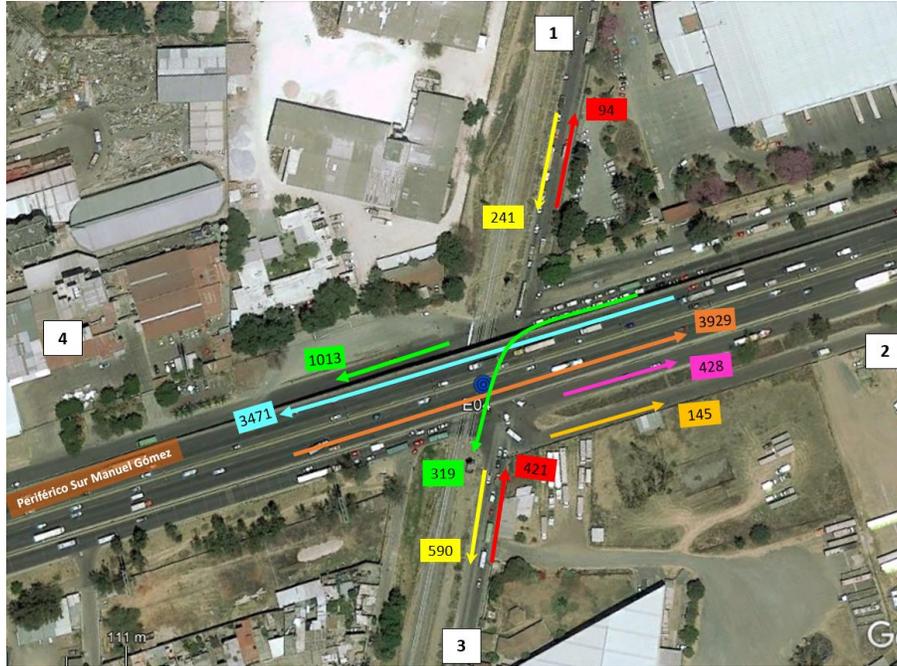
**Ilustración 26 Volúmenes de la HMD matutina en la E05**



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 27* se muestran los volúmenes de los movimientos direccionales aforados durante la hora de máxima demanda del periodo vespertino, entre las 18:15h y 19:15h, en donde se aforó un total de 10,651 vehículos. El movimiento con dirección poniente – oriente registró el mayor volumen con un aforo de 3,929 vehículos.

*Ilustración 27 Volúmenes de la HMD vespertina en la E05*

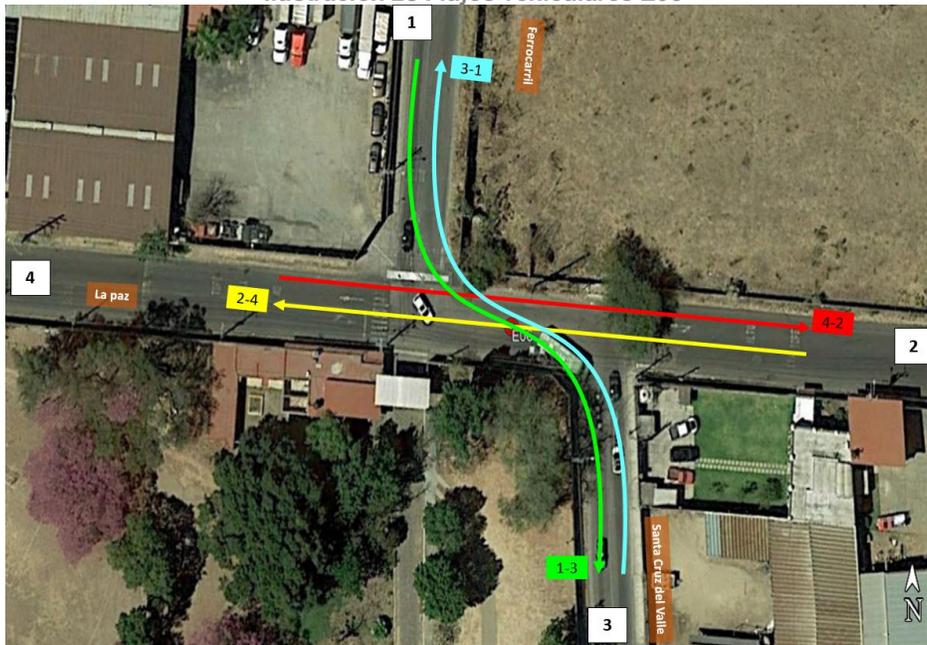


*Fuente: Elaboración propia*

▪ **Estación 6 – Ferrocarril – La Paz**

La intersección entre Ferrocarril y La Paz forma una cruz desfasada, en donde se consideraron los cuatro movimientos rectos de ambas vías. El aforo de la estación durante las 16 horas fue de 9,791 vehículos.

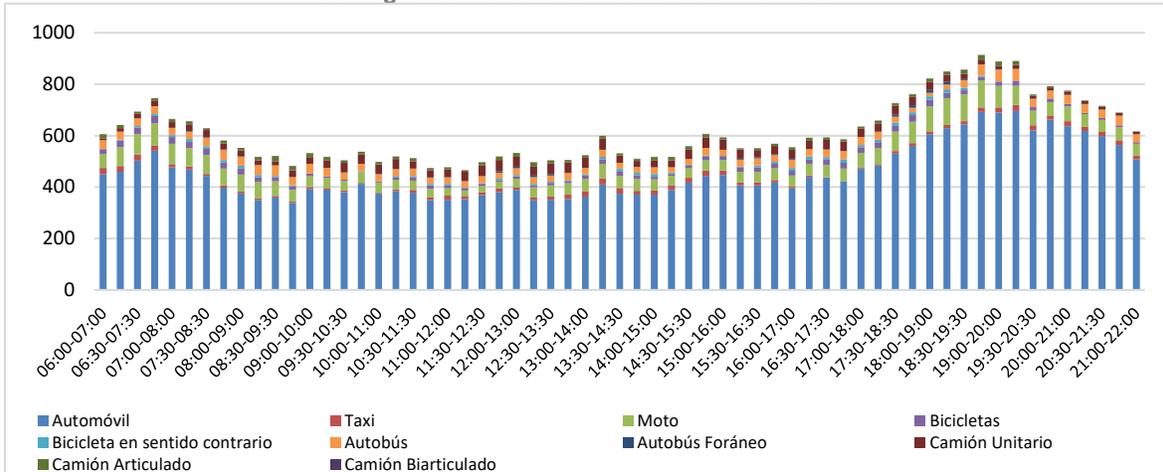
*Ilustración 28 Flujos vehiculares E06*



*Fuente: Elaboración propia*

En el **Histograma 8** se muestra el comportamiento vehicular de la estación, la cual presenta mayores cargas durante el periodo vespertino, pero que se mantiene alrededor de los 600 vehículos por hora. El periodo de mayor demanda de la estación para el periodo matutino se ubicó entre las 6:45h y 7:45h con un volumen de 745 vehículos, mientras que para el periodo vespertino se ubicó entre las 18:45h y 19:45h con un volumen de 914 vehículos.

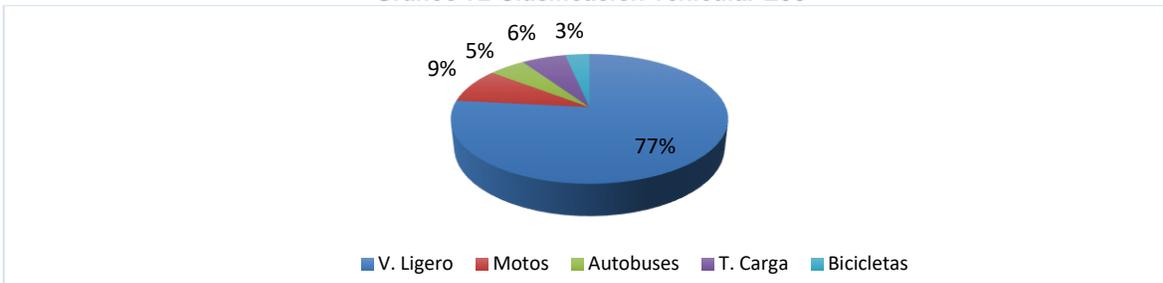
**Histograma 8 Volúmenes vehiculares de la E06**



Fuente: Elaboración propia

Los porcentajes de la clasificación vehicular obtenidos en el aforo se muestran en el **Gráfico 72**, en donde se observa que el 77% del aforo se compone por vehículos ligeros, automóviles y taxis, los cuales están seguidos por las motocicletas que componen el 9%, el transporte de carga que compone el 6%, los autobuses de transporte público que componen el 5% y, por último, las bicicletas componen el 3% del aforo.

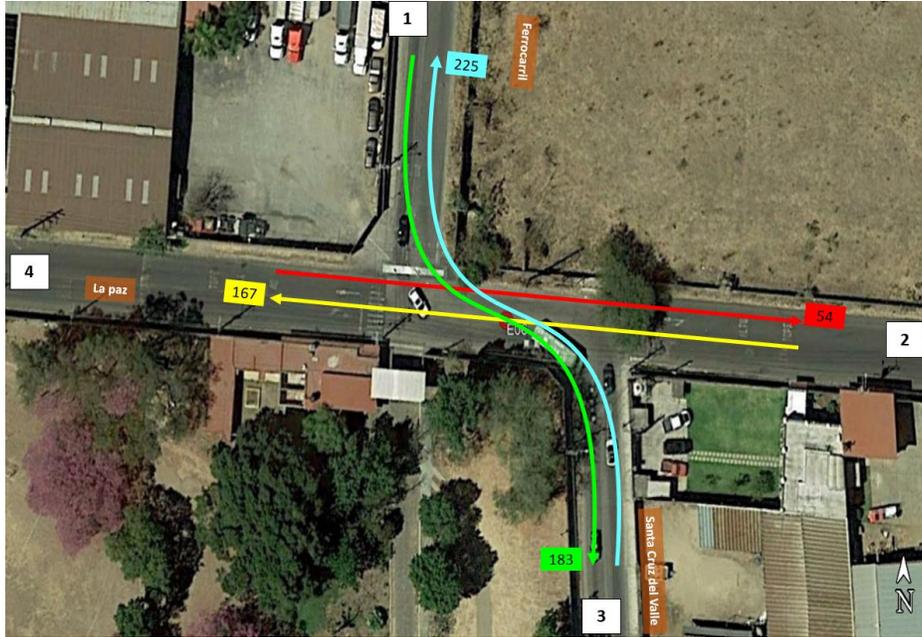
**Gráfico 72 Clasificación vehicular E06**



Fuente: Elaboración propia

En la **Ilustración 29** se muestran los volúmenes de los movimientos aforados durante la hora de máxima demanda del sistema en el periodo matutino, de 7:30h a 8:30h, en donde se aforó un total de 629 vehículos. El movimiento con dirección sur – norte sobre Ferrocarril registró el mayor volumen con 225 vehículos, el 35% del aforo.

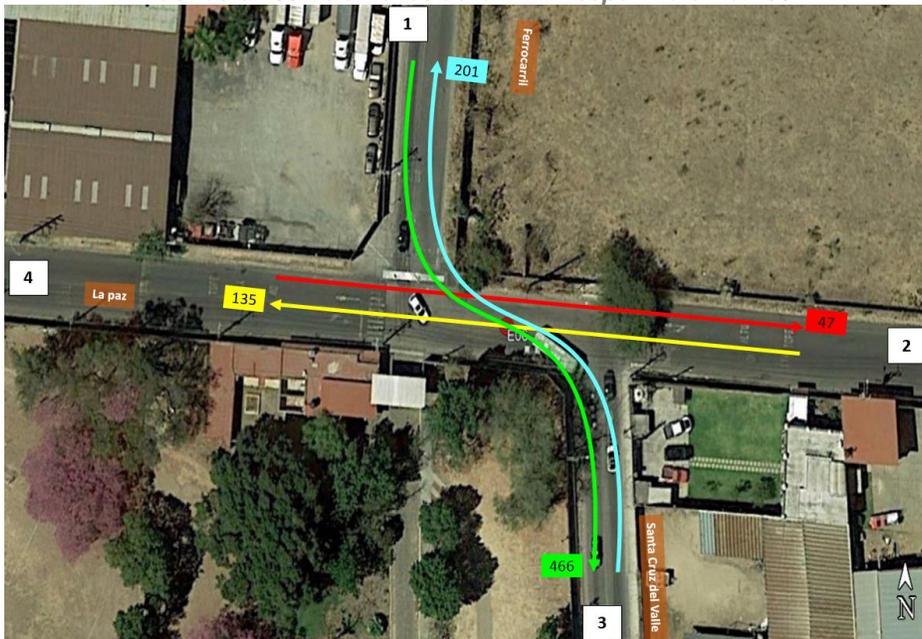
*Ilustración 29 Volúmenes de la HMD matutina en la E06*



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 30* se muestran los volúmenes de los movimientos aforados durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo vespertino, de 18:15h a 19:15h, en donde se registró un aforo de 849 vehículos. El movimiento sobre Santa Cruz del Valle con dirección sur registró el mayor volumen con un aforo de 466 vehículos, más del 50% del aforo de la estación.

*Ilustración 30 Volúmenes de la HMD vespertina en la E06*

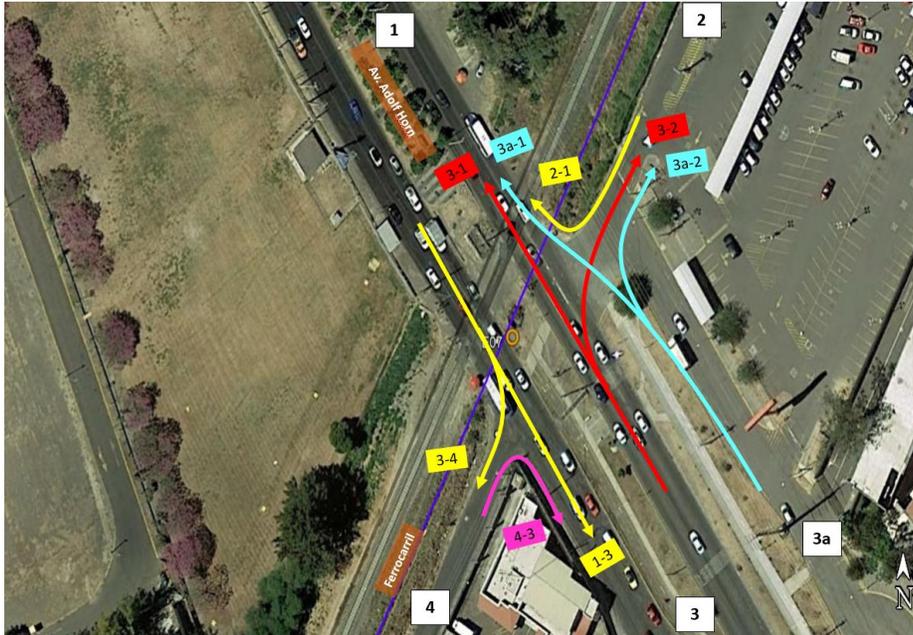


Fuente: Elaboración propia

▪ **Estación 7 – Ferrocarril – Adolf B. Horn**

La intersección entre Ferrocarril y Adolf. B. Horn forma una T, sin embargo, se consideraron los movimientos de acceso y salida al estacionamiento del supermercado Soriana, sumando un total de ocho movimientos direccionales. En la estación se aforó un total de 59,385 vehículos durante las 16 horas.

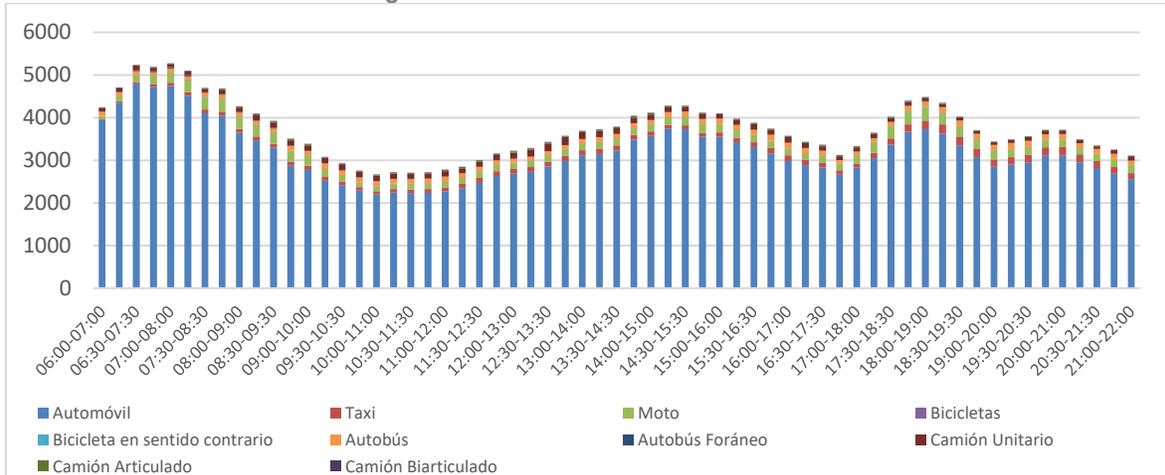
*Ilustración 31 Movimientos direccionales E07*



*Fuente: Elaboración propia*

En el *Histograma 9* se muestra el comportamiento de la estación, la cual presenta mayores volúmenes durante el periodo matutino. El periodo de mayor demanda, del periodo matutino, se ubicó entre las 7:00h y 8:00h, en donde se registró un aforo de 5,275 vehículos, mientras que para el periodo vespertino se ubicó entre las 18:00h y 19:00h con un aforo de 4,475 vehículos.

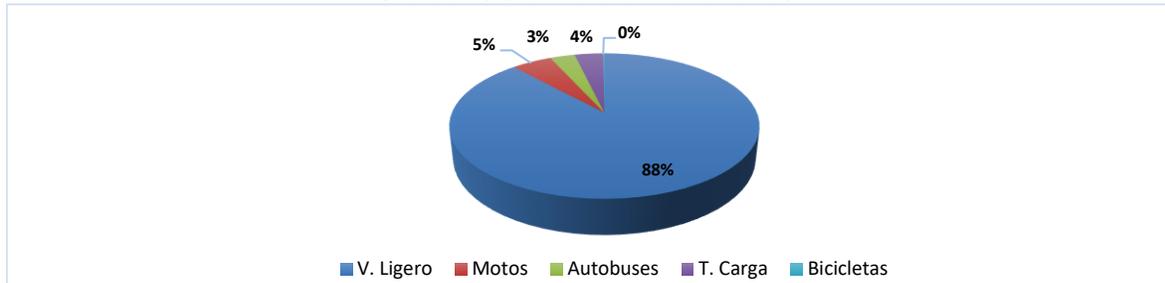
**Histograma 9 Volúmenes vehiculares de la E07**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 73** se muestra la clasificación vehicular y sus porcentajes obtenidos en el aforo. Se observa que el 88% del aforo está compuesto por vehículos ligeros, es decir, automóviles y taxis, los cuales están seguidos por las motocicletas que componen el 5% del aforo, el transporte de carga que compone el 4% y los autobuses de transporte público que componen el 3% del aforo. En esta estación, la presencia de bicicletas no alcanza el 1%.

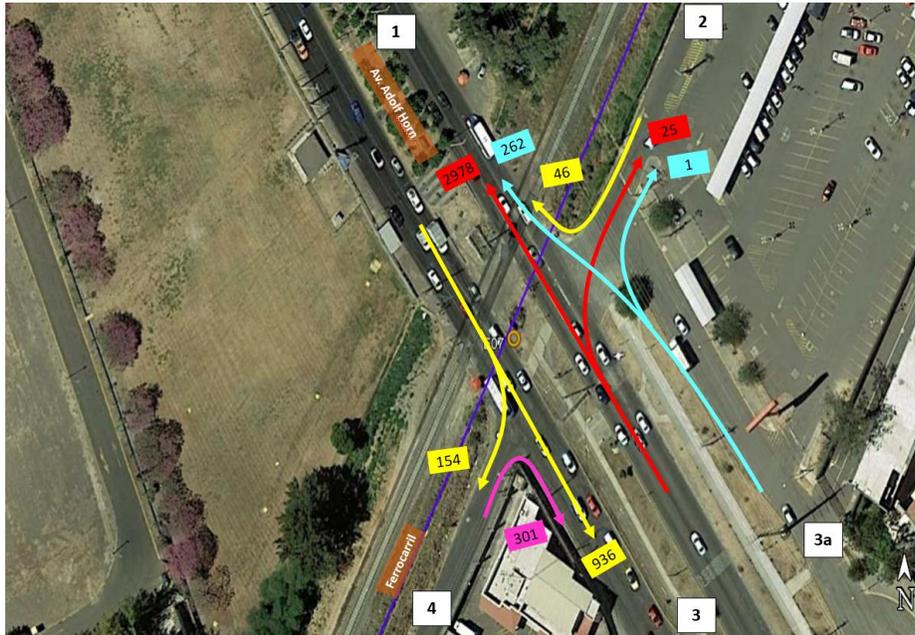
**Gráfico 73 Clasificación vehicular E07**



Fuente: Elaboración propia

En la **Ilustración 32** se muestran los volúmenes de los movimientos direccionales durante la hora de máxima demanda del periodo matutino, de 7:30h a 8:30h, en donde se registró el aforo de 4,703 vehículos. El movimiento sobre Adolf B. Horn con dirección norponiente registró el mayor volumen con 2,978 vehículos, tres veces mayor que su movimiento contrario.

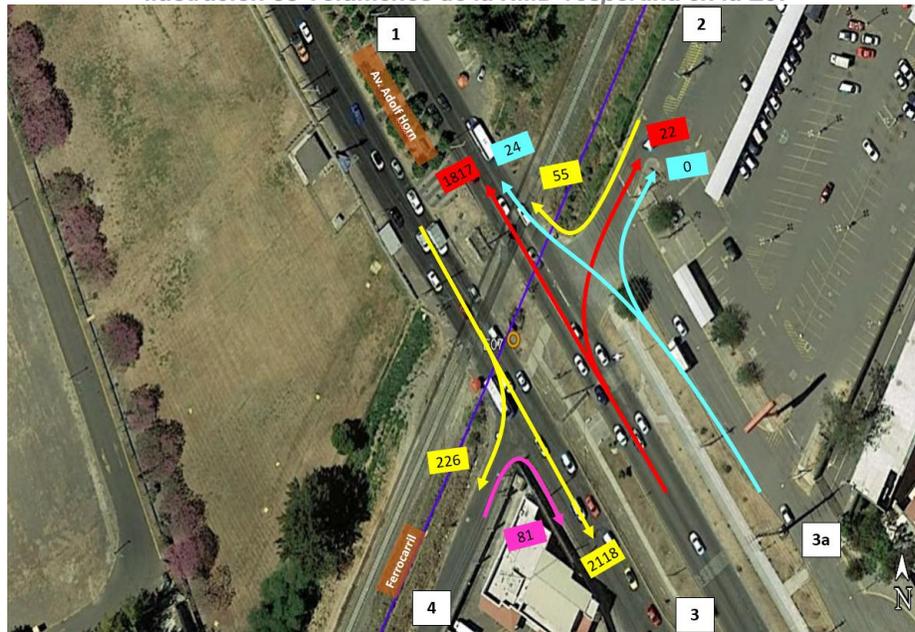
*Ilustración 32 Volúmenes de la HMD matutina en la E07*



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 33* se muestran los volúmenes de los movimientos direccionales aforados durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo vespertino, de 18:15h a 19:15h, en donde se registró el tránsito de 4,343 vehículos. En este periodo, el movimiento con dirección suroriente sobre Adolf B. Horn registró el mayor volumen con 2,118 vehículos.

*Ilustración 33 Volúmenes de la HMD vespertina en la E07*

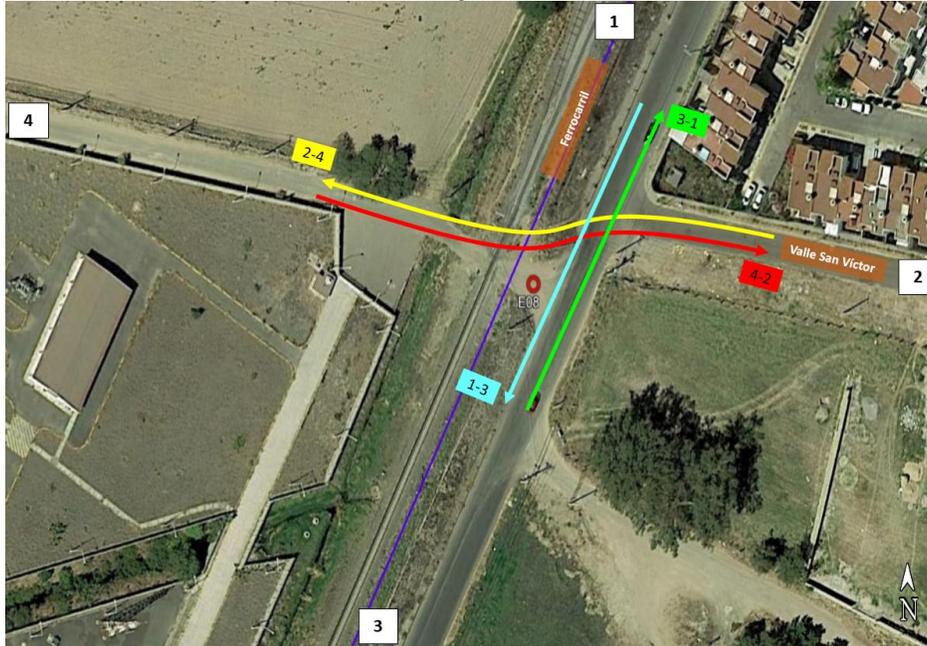


Fuente: Elaboración propia

▪ **Estación 8 - Ferrocarril – Valle San Víctor**

Para esta intersección se consideraron únicamente los cuatro movimientos rectos entre las dos vías, como se muestra en la *Ilustración 34*. En esta estación el aforo del día fue de 4,496 vehículos.

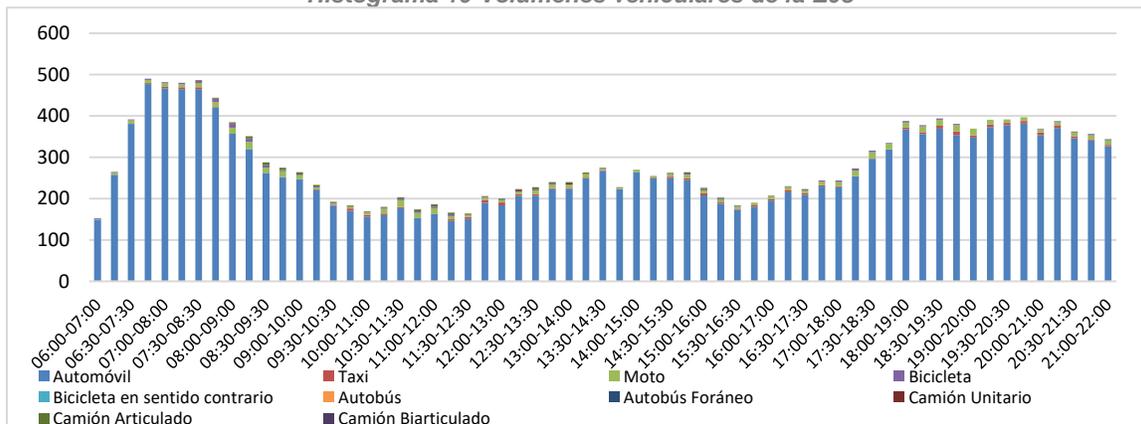
*Ilustración 34 Flujos vehiculares E08*



*Fuente: Elaboración propia*

En el *Histograma 10* se muestra el comportamiento vehicular de la estación, la cual cuenta con mayor presencia vehicular durante el periodo matutino. El periodo de mayor demanda de la estación durante el periodo matutino se ubicó entre las 6:45h y las 7:45h con un volumen de 490 vehículos, mientras que para el periodo vespertino se ubicó entre las 19:45h y 20:45h con un volumen de 397 vehículos.

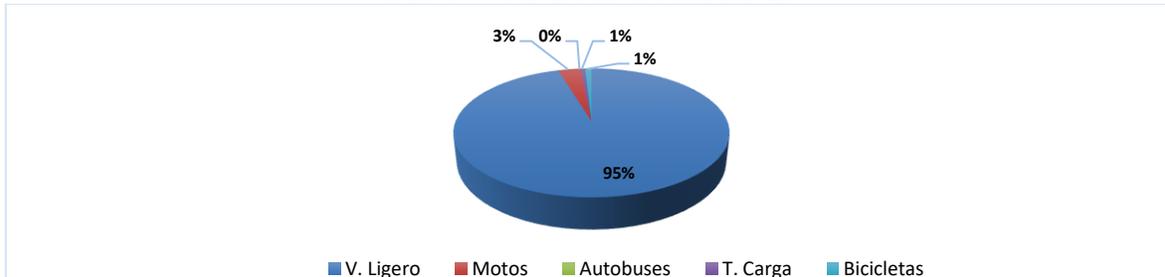
*Histograma 10 Volúmenes vehiculares de la E08*



*Fuente: Elaboración propia*

En el **Gráfico 74** se muestran los porcentajes de la clasificación vehicular de la estación. Se observa que el 95% de los vehículos se componen por vehículos ligeros, automóviles y taxis, el 3% está compuesto por motocicletas y el transporte de carga y los autobuses del transporte público conforman un 1% del aforo cada uno. En esta estación la presencia de las bicicletas no representó el 1%.

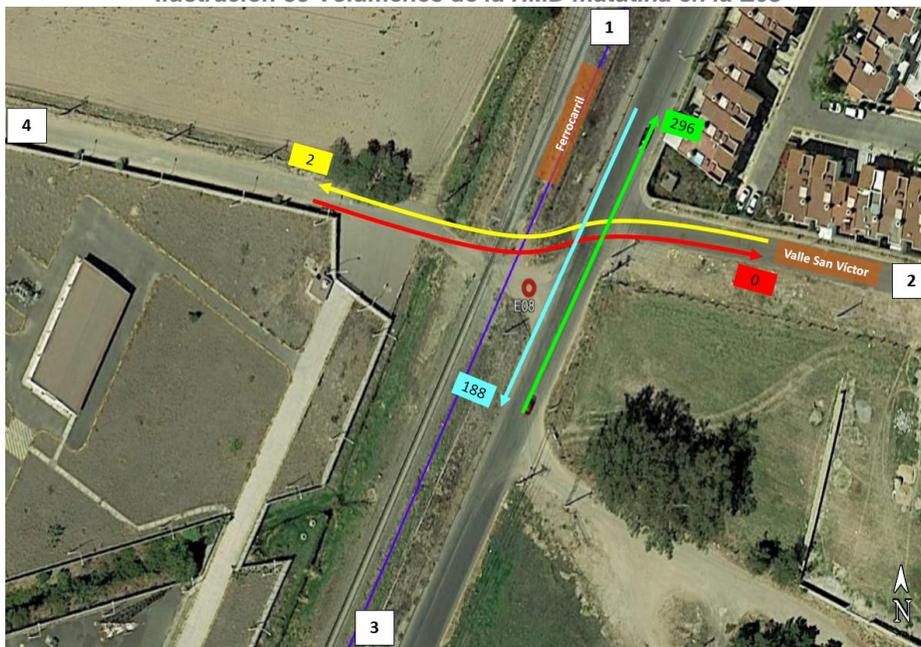
**Gráfico 74 Clasificación vehicular E08**



Fuente: Elaboración propia

En la **Ilustración 35** se muestran los volúmenes de los movimientos durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo matutino, de 7:30h a 8:30, en donde se aforó un total de 486 vehículos, en donde el 60% del aforo se concentró sobre Ferrocarril en el movimiento con dirección sur – norte con 296 vehículos.

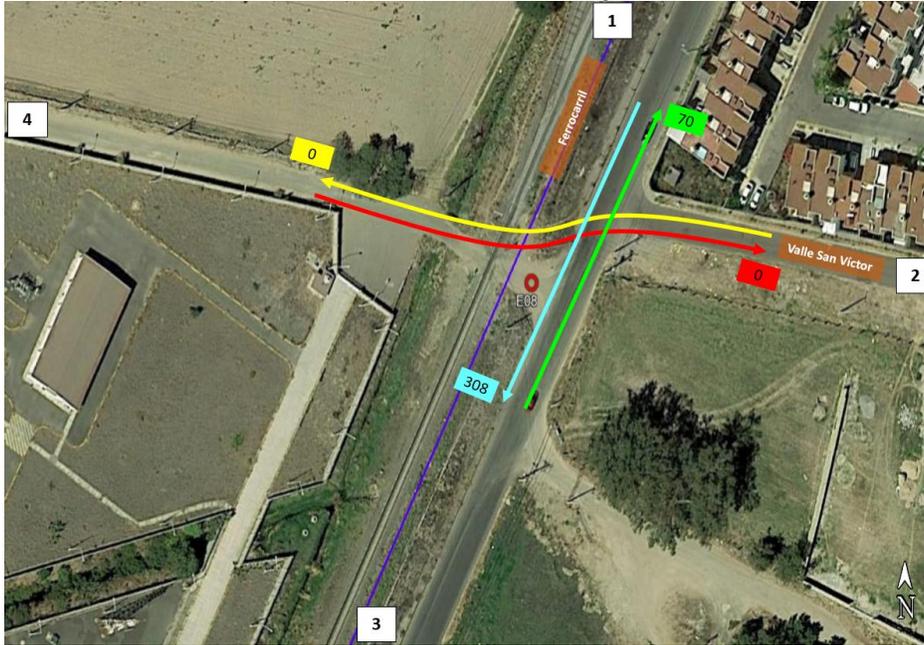
**Ilustración 35 Volúmenes de la HMD matutina en la E08**



Fuente: Elaboración propia

En la **Ilustración 36** se muestran los volúmenes de los movimientos direccionales durante la hora de máxima demanda del periodo vespertino, de 18:15h a 19:15h, en donde se registró el tránsito de 378 vehículos, en donde el movimiento con dirección norte - sur registró 308 vehículos, más del 80% del aforo de la estación.

*Ilustración 36 Volúmenes de la HMD vespertina en la E08*

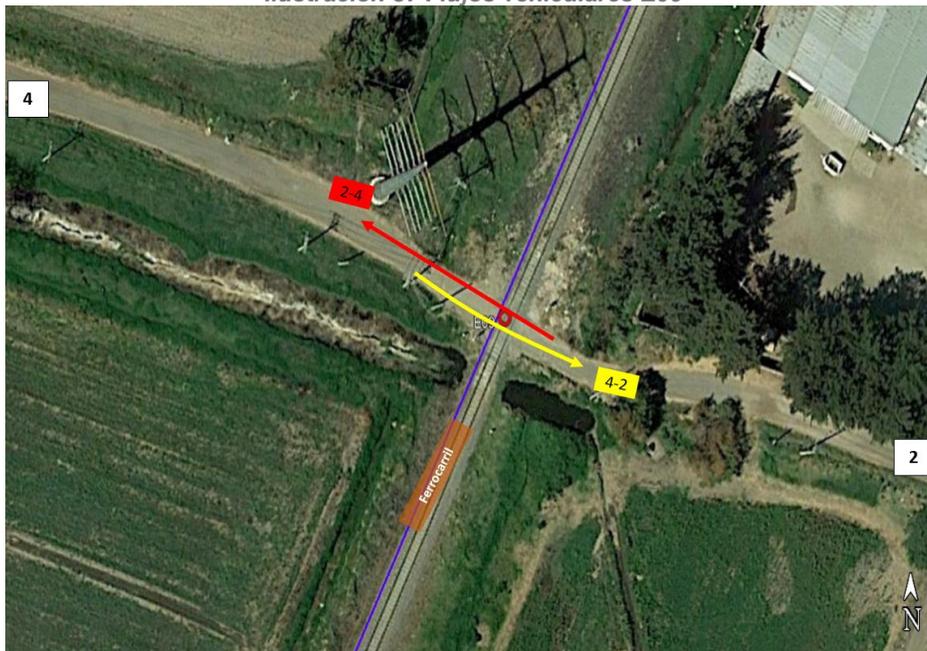


Fuente: Elaboración propia

▪ **Estación 9 – Ferrocarril – Líneas de Alta Tensión**

En esta intersección se realizó un muestreo durante un periodo de tres horas, entre las 14:00h y las 17:00h, en donde fueron considerados dos movimientos direccionales sobre una vía de terracería por donde se encuentra una línea de alta tensión, como se puede ver en la *Ilustración 37*. Durante el muestreo se registró el tránsito de únicamente 12 vehículos.

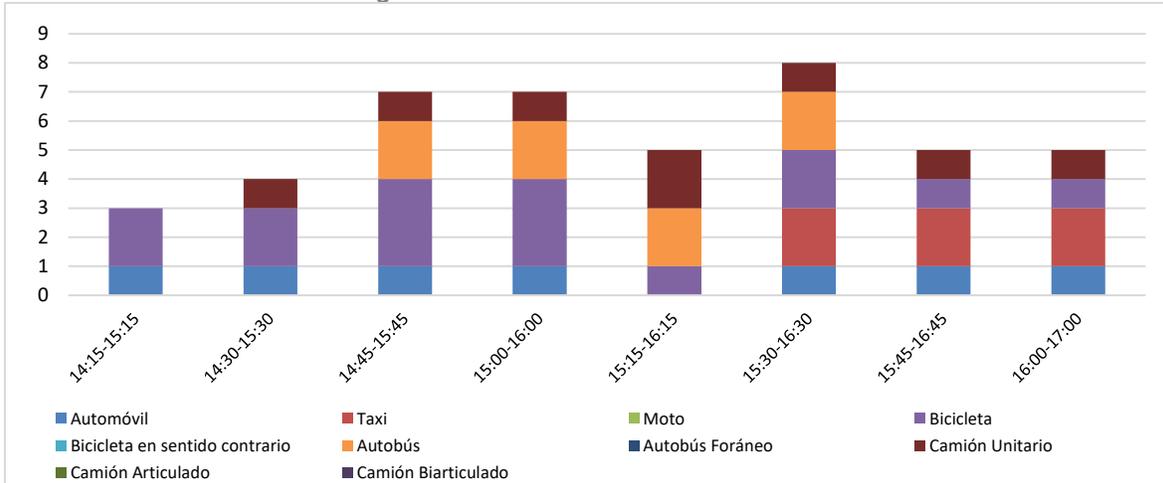
*Ilustración 37 Flujos vehiculares E09*



Fuente: Elaboración propia

En el *Histograma 11* se muestra el comportamiento de la estación durante las tres horas de muestreo. Se observa que el periodo con mayor demanda se ubicó entre las 15:30h y 16:30h con la presencia de ocho vehículos.

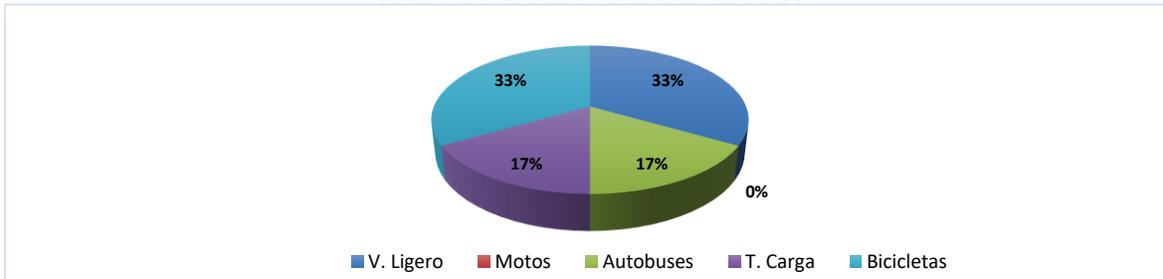
*Histograma 11 Volúmenes vehiculares de la E09*



Fuente: Elaboración propia

En el *Gráfico 75* se muestran los porcentajes de la clasificación vehicular resultado del aforo en la estación. Un 33% de los vehículos se compone por vehículos ligeros, es decir, automóviles y taxis mientras que otro 33% se compone por bicicleas. Un 17% se compone por autobuses de transporte público y otro 17% se compone por motocicletas. En la estación no se registró el tránsito de transporte de carga.

*Gráfico 75 Clasificación vehicular E09*

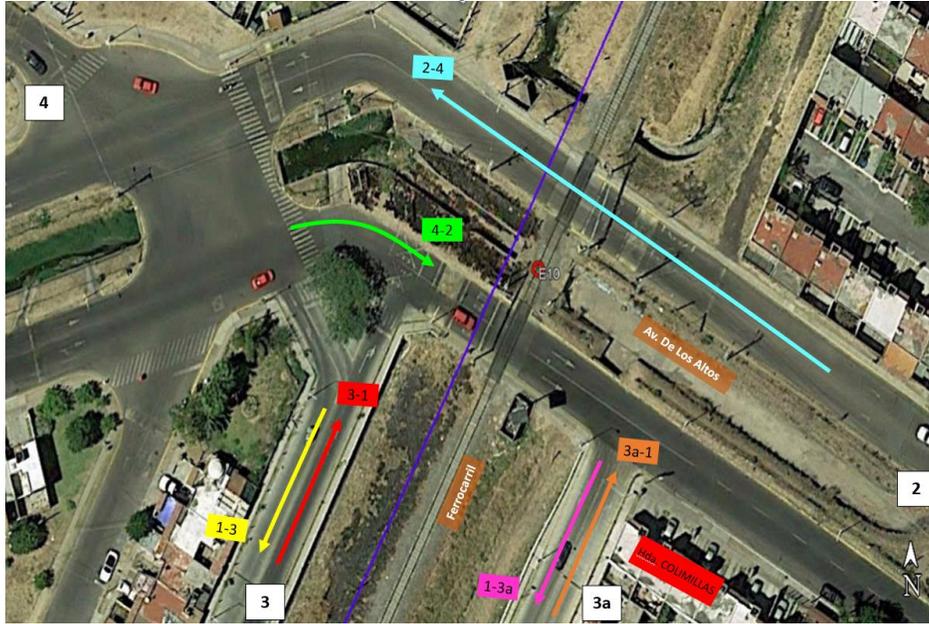


Fuente: Elaboración propia

▪ **Estación 10 – Ferrocarril – De los Altos**

La intersección entre Ferrocarril y De los Altos forma una escuadra. En la intersección se consideraron seis flujos vehiculares, los cuales registraron un aforo total de 16,101 vehículos durante las 16 horas.

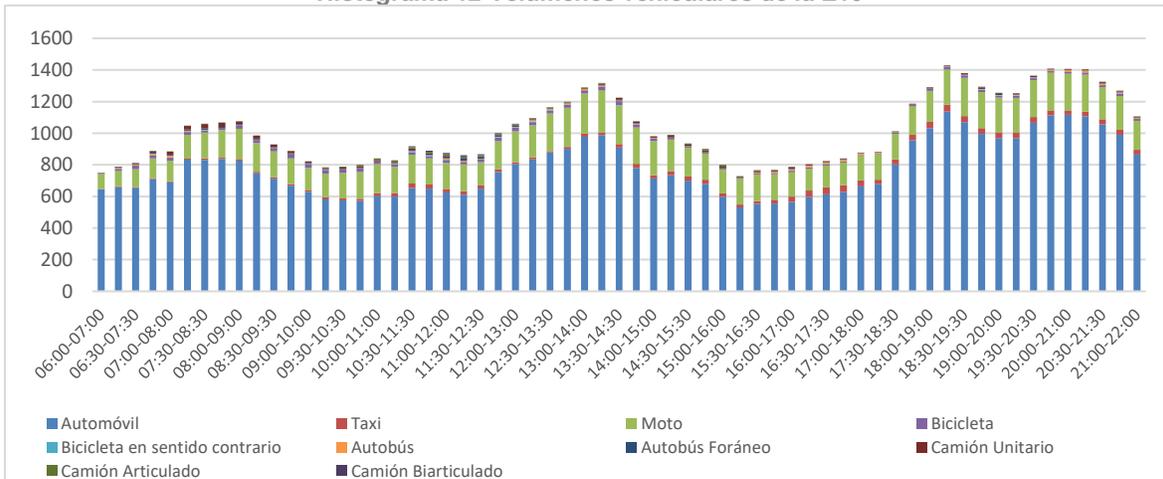
**Ilustración 38 Flujos vehiculares E10**



Fuente: Elaboración propia

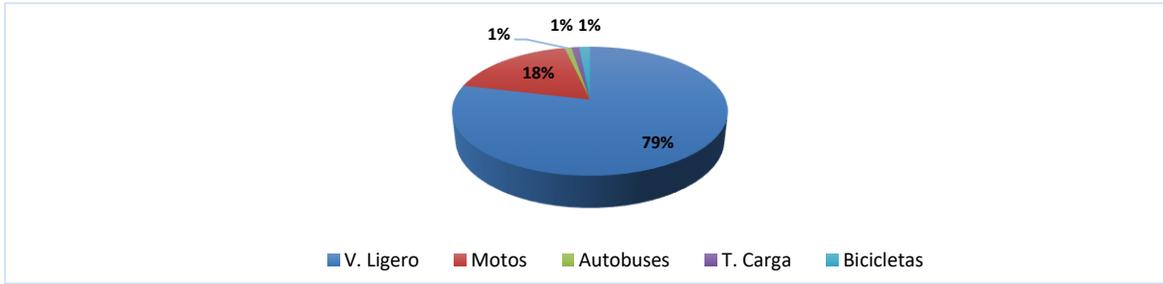
En el *Histograma 12* se muestra el comportamiento vehicular de la estación, la cual presenta mayores volúmenes durante el periodo vespertino, manteniéndose por encima de los 800 vehículos durante todo el día. El periodo de mayor demanda de la estación para el periodo matutino se ubicó entre las 8:00h y 9:00h con un volumen de 1,076 vehículos, mientras que para el periodo vespertino se encontró entre las 18:15h y las 19:15h con un volumen de 1,429 vehículos.

**Histograma 12 Volúmenes vehiculares de la E10**



Fuente: Elaboración propia

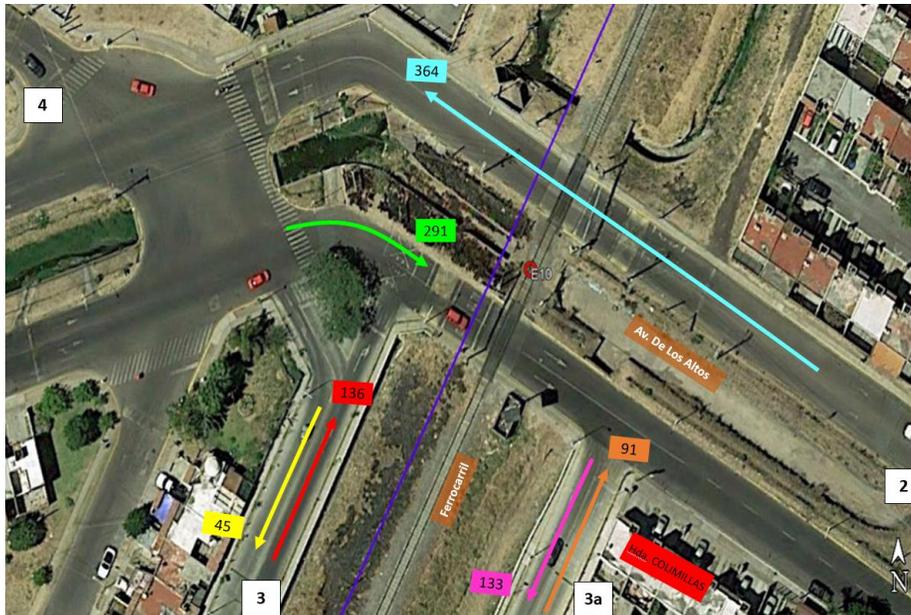
**Gráfico 76 Clasificación vehicular E10**



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 39* se muestran los volúmenes de los movimientos de la estación durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo matutino, de 7:30h a 8:30h, en donde se registró el tránsito de 1,060 vehículos. El movimiento sobre Avenida de los Altos con dirección poniente registró el mayor volumen con 364 vehículos.

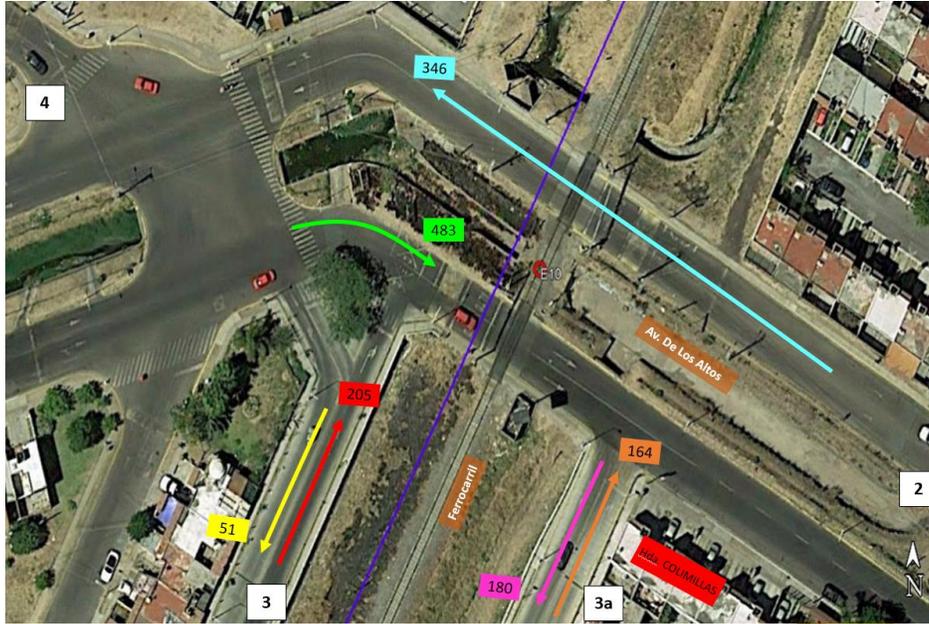
**Ilustración 39 Volúmenes de la HMD matutina en la E10**



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 40* se muestran los volúmenes durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo vespertino, en donde se registró un aforo de 1,429 vehículos. El movimiento sobre Avenida de los Altos con dirección oriente registró el mayor volumen con 483 vehículos.

*Ilustración 40 Volúmenes de la HMD vespertina en la E10*

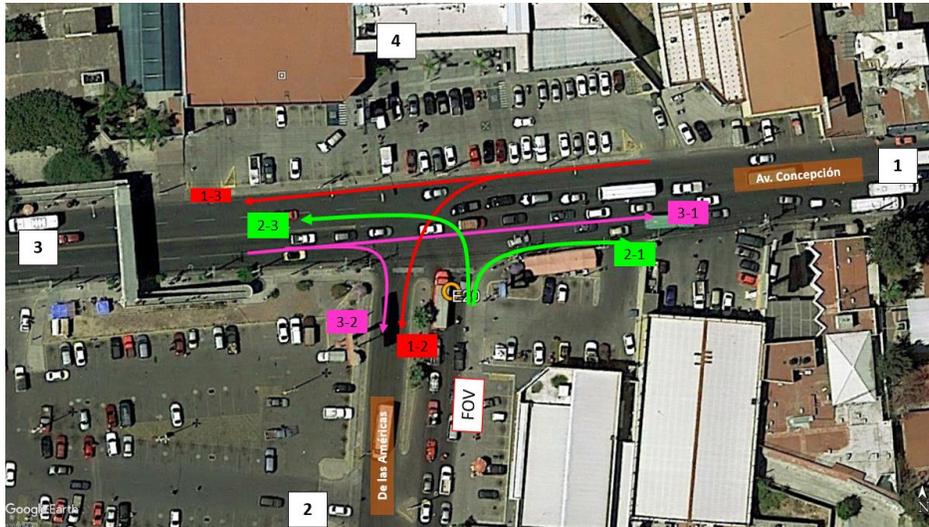


*Fuente: Elaboración propia*

▪ **Estación 11 – Concepción – De las Américas**

La intersección entre Avenida Concepción y de las Américas forma una te, en donde fueron considerados seis movimientos direccionales, como se muestra en la *Ilustración 41*. En la estación se registró un aforo de 29,762 vehículos.

*Ilustración 41 Movimientos direccionales E11*

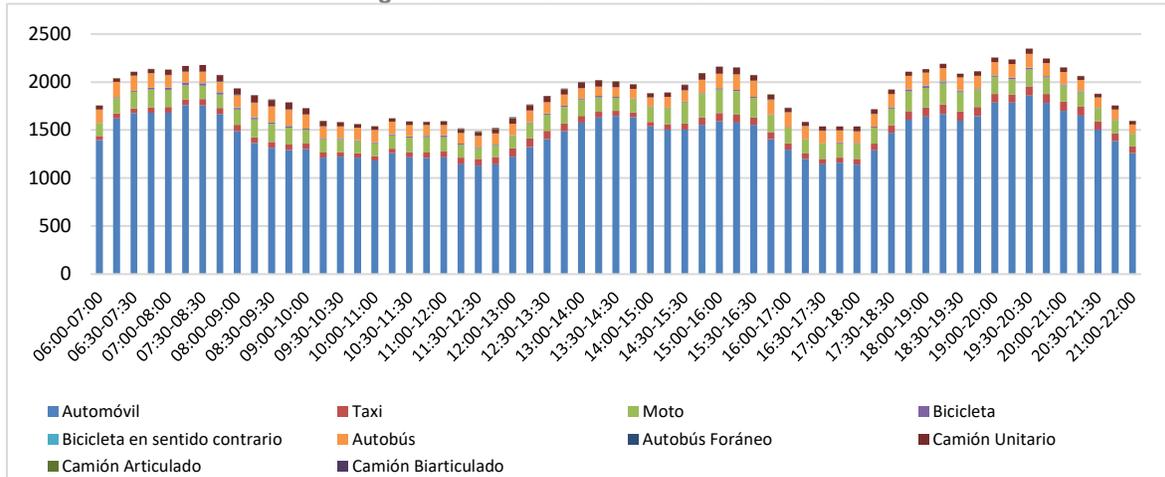


*Fuente: Elaboración propia*

En el *Histograma 13* se muestra el comportamiento vehicular de la estación, que se mantiene constante durante la mayor parte del día con volúmenes superiores a los 1,500 vehículos por hora. El periodo de mayor demanda de la estación para el periodo matutino se ubicó entre las 7:30h y 8:30h con un volumen de 2,179 vehículos, coincidiendo con la hora de

máxima demanda del sistema, mientras que para el periodo vespertino se encontró entre las 19:30h y 20:30h con un volumen de 2,348 vehículos.

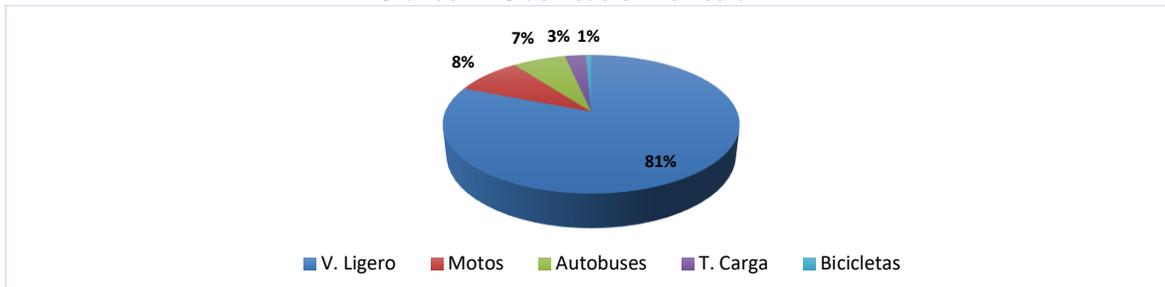
*Histograma 13 Volúmenes vehiculares de la E11*



Fuente: Elaboración propia

La clasificación vehicular y los porcentajes obtenidos en el aforo de la estación se muestran en el *Gráfico 77*. En donde se observa que los vehículos ligeros, automóviles y taxis, conforman el 81% del aforo, los cuales están seguidos por las motocicletas que conforman el 8%, los autobuses de transporte público que conforman el 7%, el transporte de carga que conforma el 3% y, por último, las bicicletas que conforman el 1% restante del aforo.

*Gráfico 77 Clasificación vehicular E11*



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 42* se muestran los volúmenes de los movimientos direccionales durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo matutino, de 7:30h a 8:30h, en donde se registró un aforo de 2,179 vehículos. El movimiento sobre Avenida Concepción con dirección oriente registró el mayor volumen de la estación con un aforo de 865 vehículos.

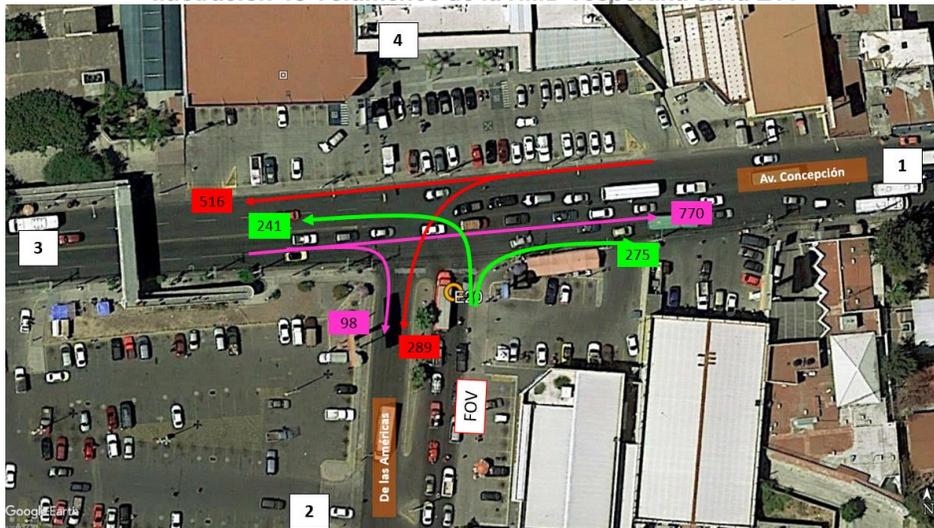
*Ilustración 42 Volúmenes de la HMD matutina en la E11*



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 43* se presentan los volúmenes de los movimientos direccionales obtenidos durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo vespertino, entre las 18:15h y las 19:15h, en donde hubo un aforo de 2,189 vehículos. En este periodo el movimiento sobre Avenida Concepción con dirección poniente – oriente continuó con el mayor volumen de la estación con un aforo de 770 vehículos.

*Ilustración 43 Volúmenes de la HMD vespertina en la E11*

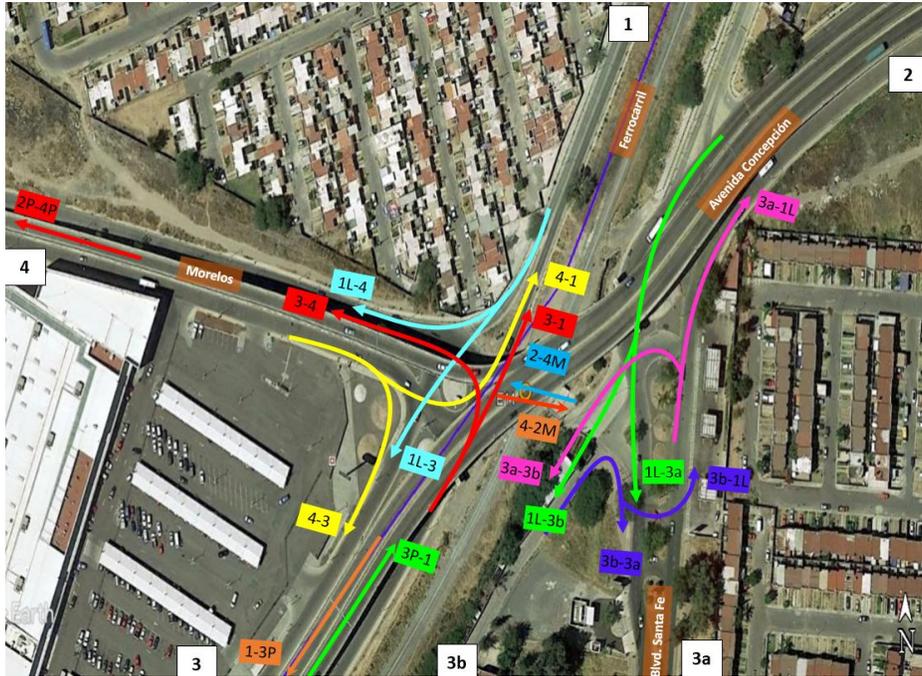


Fuente: Elaboración propia d

▪ **Estación 12 – Ferrocarril – Concepción**

La intersección entre Concepción y Ferrocarril cuenta con un distribuidor elevado por encima de las vías de ferrocarril, en donde se consideraron 17 movimientos direccionales. En la estación se aforó un total de 40,291 vehículos, el segundo aforo más alto del estudio.

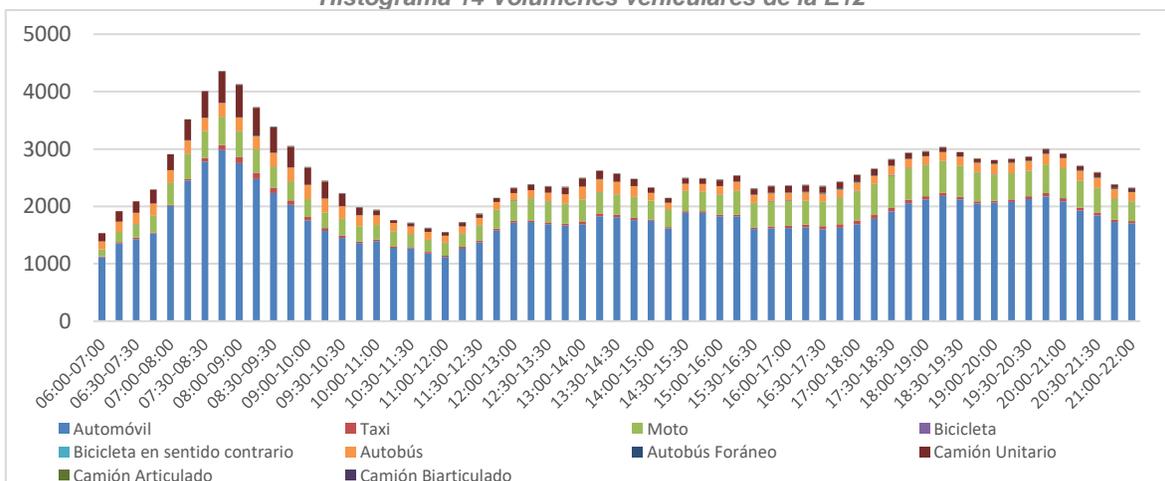
*Ilustración 44 Movimientos direccionales E12*



Fuente: Elaboración propia

En el **Histograma 14** se muestra el comportamiento de la estación durante el aforo, en donde se observa que la carga es mayor durante el periodo matutino y después se mantiene con menos de 3,000 vehículos por hora durante la mayor parte del día. La hora de mayor demanda de la estación, para el periodo matutino, se ubicó entre las 7:45h y las 8:45h con un aforo de 4,355 vehículos, mientras que para el periodo vespertino se ubicó entre las 18:15h y las 19:15h con un aforo de 3,034 vehículos, coincidiendo con la hora de máxima demanda del sistema.

**Histograma 14** Volúmenes vehiculares de la E12

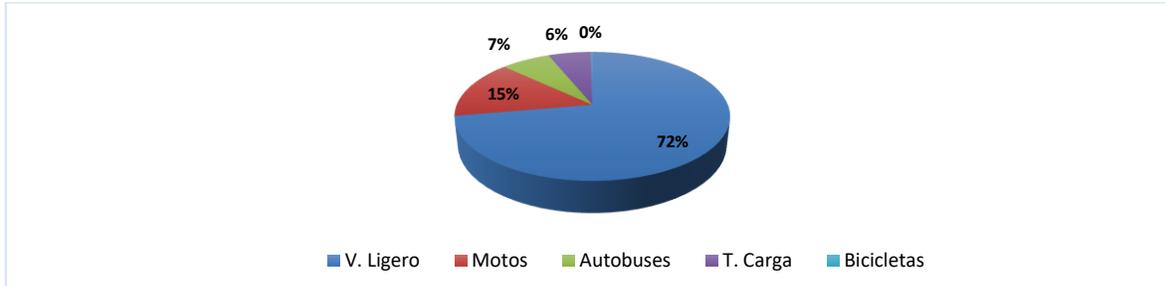


Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 78** se muestra la clasificación vehicular y sus porcentajes obtenidos en el aforo. El 72% del aforo se compone por vehículos ligeros, es decir, por automóviles y motos, el

15% se compone por motocicletas, el 7% se compone por autobuses de transporte público y el 6% restante se compone por transporte de carga. En esta estación la presencia de las bicicletas no alcanza el 1%.

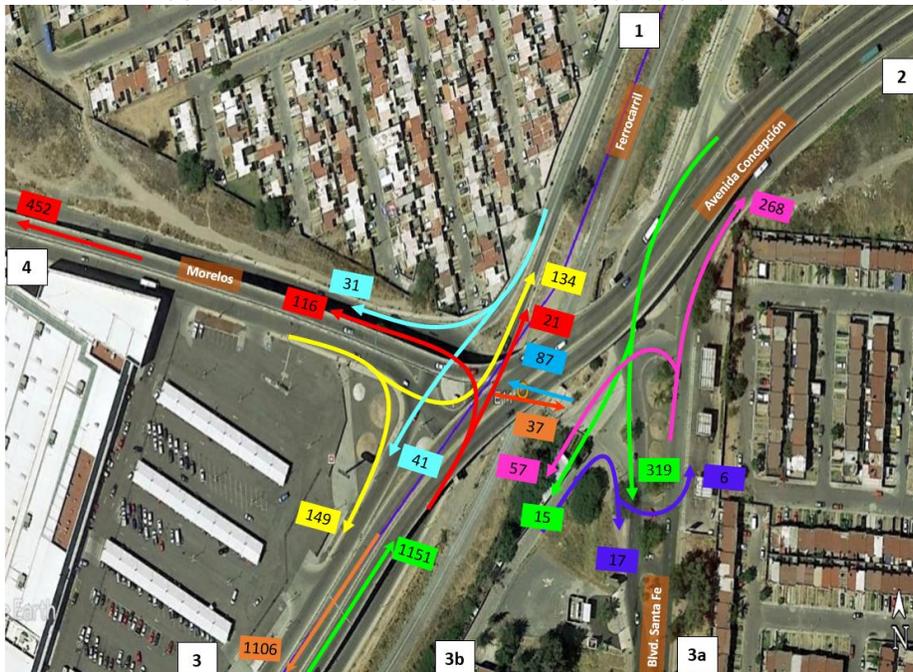
Gráfico 78 Clasificación vehicular E12



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 45* se muestran los volúmenes de los movimientos aforados durante la hora de máxima demanda del sistema en el periodo matutino, entre las 7:30h y las 8:30h, en donde se registró un aforo de 4,007 vehículos. Los movimientos sobre el distribuidor de avenida concepción registraron los mayores volúmenes, siendo aquel con dirección sur – norte el mayor con 1,106 vehículos.

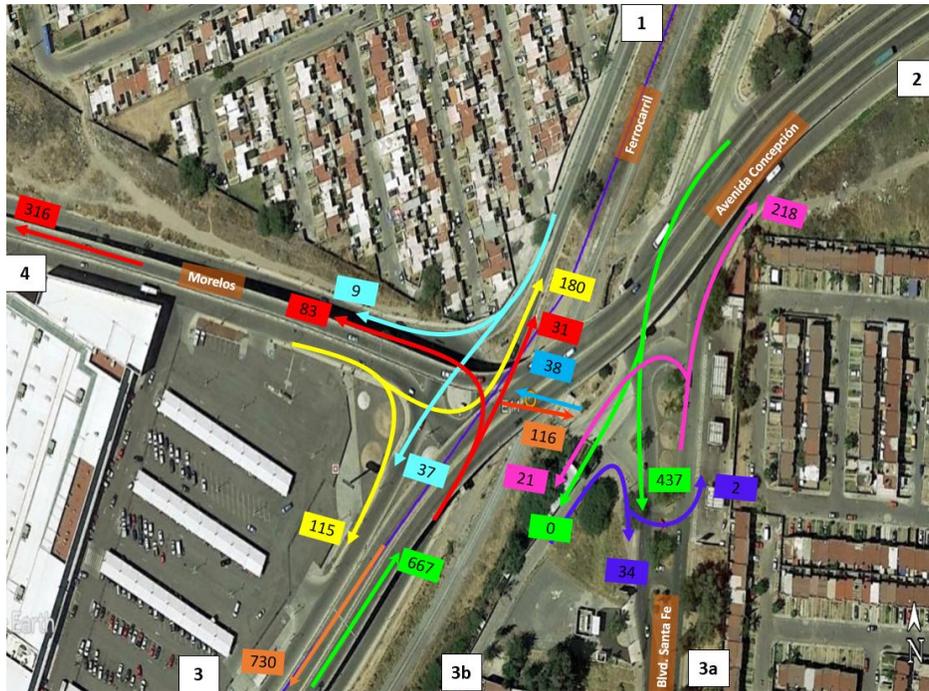
Ilustración 45 Volúmenes de la HMD matutina en la E12



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 46* se muestran los volúmenes de la hora de máxima demanda del sistema del periodo vespertino, de 18:15h a 19:15h, en donde se registró un total de 3,034 vehículos. El volumen con dirección norte – sur registró el mayor volumen con 730 vehículos.

Ilustración 46 Volúmenes de la HMD vespertina en la E12

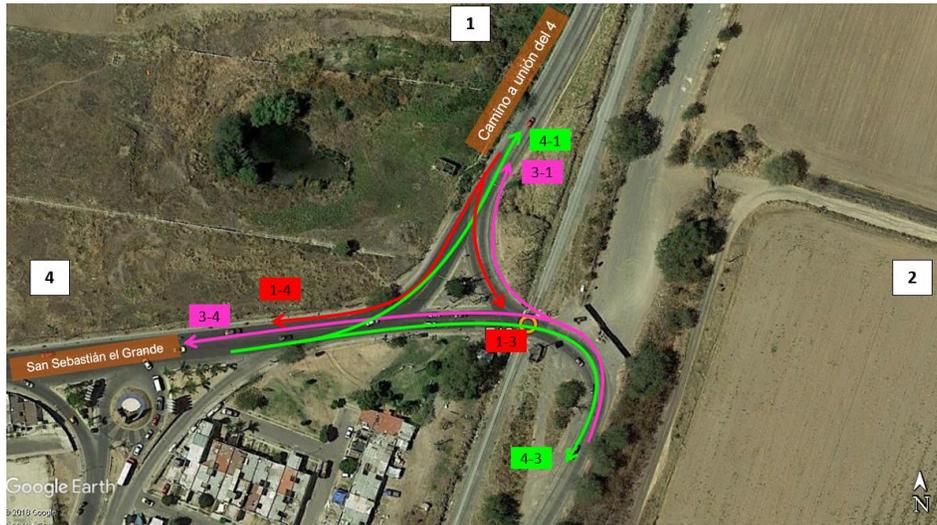


Fuente: Elaboración propia

▪ **Estación 13 – San Sebastián el Grande – Camino a Unión del 4**

La intersección entre las vías forma una T con radios de giro ampliados como se puede ver en la Ilustración 47, en donde se observan también los seis movimientos direccionales que se consideraron para el aforo y que registraron un aforo total de 20,513 vehículos durante todo el periodo.

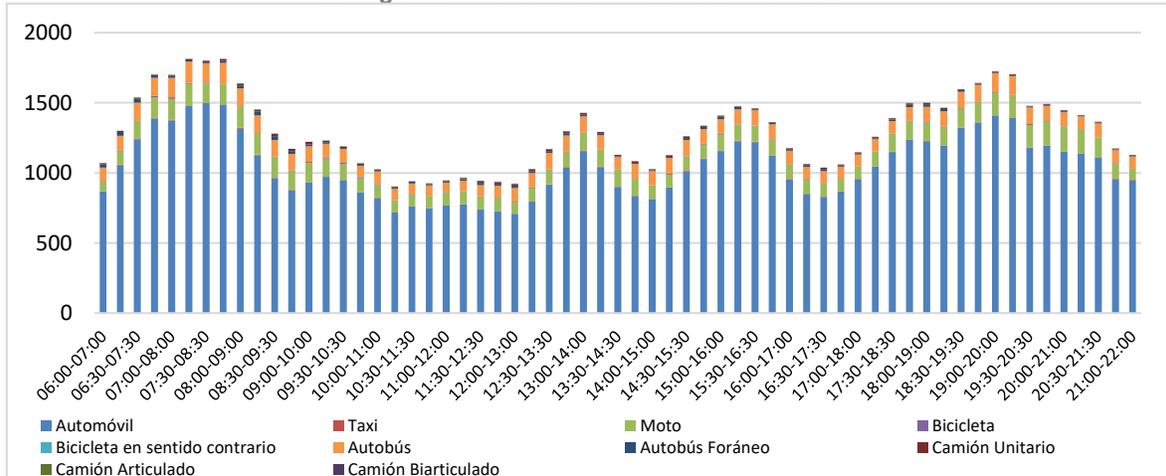
Ilustración 47 Movimientos direccionales E13



Fuente: Elaboración propia

En el *Histograma 15* se muestra el comportamiento de la estación, la cual cuenta con horas de máxima demanda definidas con volúmenes por debajo de los 2,000 vehículos. La hora de máxima demanda de la estación se ubicó entre las 7:45h y las 8:45h con 1,813 vehículos, mientras que para el periodo vespertino se ubicó entre las 19:00h y las 20:00h con un volumen de 1,723 vehículos.

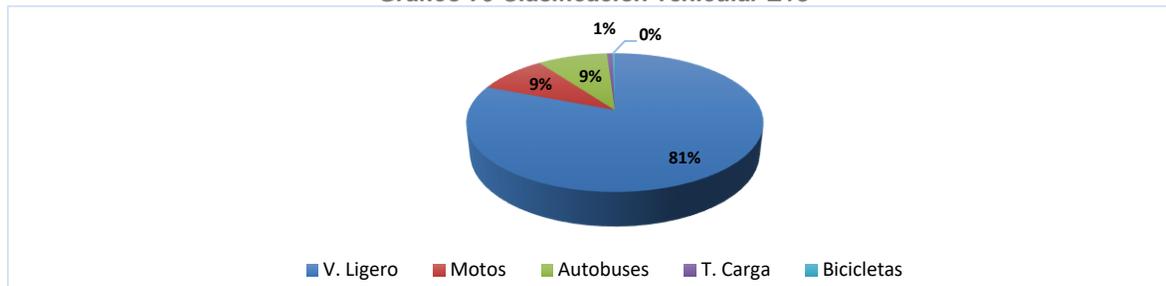
*Histograma 15 Volúmenes vehiculares de la E13*



Fuente: Elaboración propia

En el *Gráfico 79* se muestra la clasificación vehicular y su composición en el aforo de la estación. Se observa que los vehículos ligeros conforman el 81% del aforo, seguidos por las motocicletas y los autobuses de transporte público que conforman un 9% cada una y, por último, el transporte de carga que conforma el 1% del aforo restante, ya que la presencia de las bicicletas es casi nula.

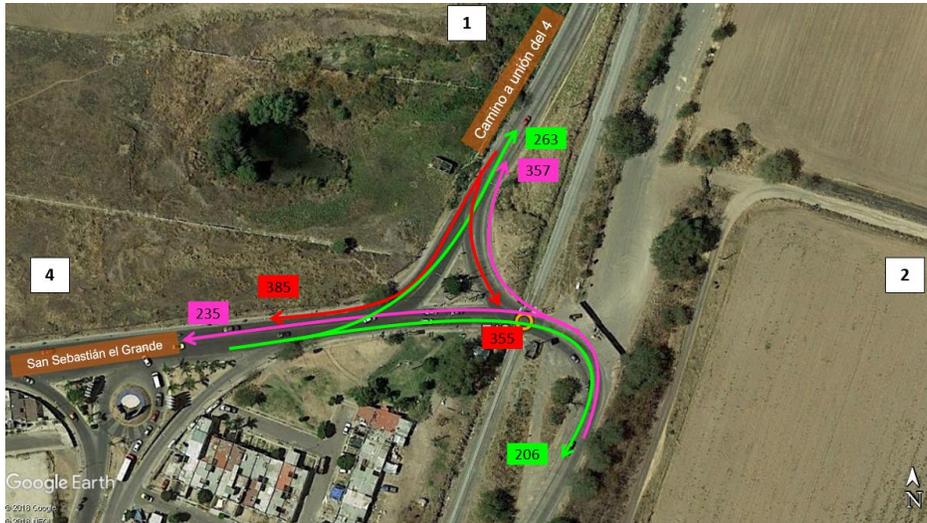
*Gráfico 79 Clasificación vehicular E13*



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 48* se muestran los volúmenes obtenidos durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo matutino, de 7:30h a 8:30h, en donde se registró un total de 1,801 vehículos. La incorporación de Camino a Unión del 4 hacia San Sebastián el grande con dirección norte – poniente obtuvo el mayor aforo con 385 vehículos.

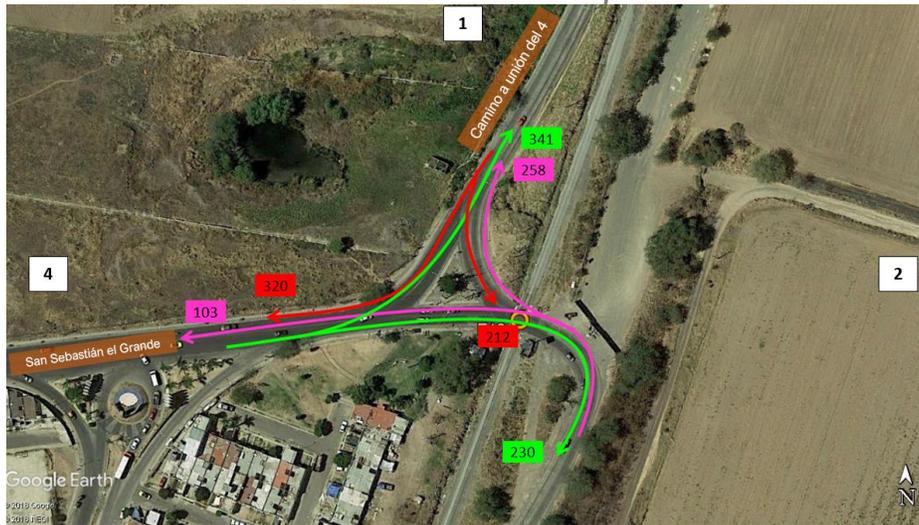
**Ilustración 48 Volúmenes de la HMD matutina en la E13**



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 49* se muestran los volúmenes de los movimientos considerados para el aforo obtenidos durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo vespertino, entre las 18:15h y las 19:15h, en donde se registró el tránsito de 1,464 vehículos. El giro izquierdo de San Sebastián el Grande hacia Camino a Unión del 4 registró el mayor volumen con un total de 341 vehículos.

**Ilustración 49 Volúmenes de la HMD vespertina en la E13**

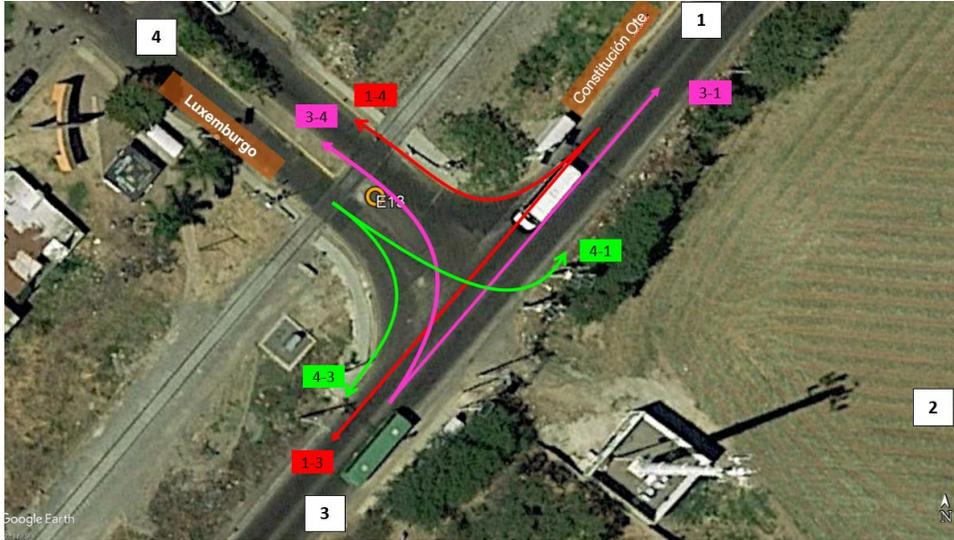


Fuente: Elaboración propia

▪ **Estación 14 – Constitución Oriente – Luxemburgo**

La intersección entre las vías forma una te en la que se consideraron seis movimientos direccionales, tal como se muestra en la *Ilustración 50*. La estación obtuvo un aforo de 14,924 vehículos.

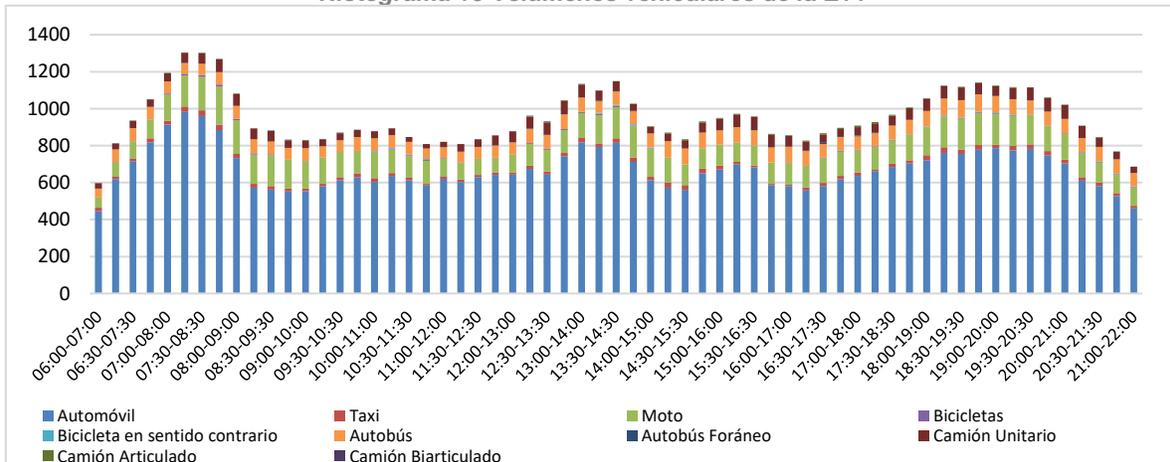
*Ilustración 50 Movimientos direccionales E14*



*Fuente: Elaboración propia*

En el *Histograma 16* se muestra el comportamiento de la estación, la cual presenta tres horas de mayor demanda definidas, con mayor carga vehicular en el periodo matutino y manteniendo volúmenes superiores a los 800 vehículos durante todo el día. El periodo de máxima demanda de la estación para el periodo matutino se ubicó entre las 7:15h y las 8:15h con un aforo de 1,304 vehículos; para el periodo a mitad del día se ubicó entre las 13:30h y 14:30h con un volumen de 1148 vehículos y, por último, para el periodo vespertino se ubicó entre las 18:45h y las 19:45h con un aforo de 1,143 vehículos.

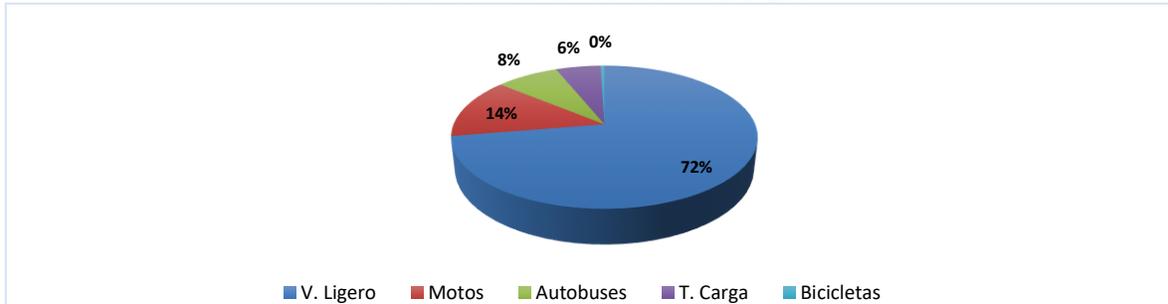
*Histograma 16 Volúmenes vehiculares de la E14*



*Fuente: Elaboración propia*

En el **Gráfico 80** se muestra la clasificación vehicular y su conformación con el aforo de la estación. El 72% de los vehículos aforados son vehículos ligeros, automóviles y taxis; el 14% de los vehículos aforados son motocicletas; el 8% son autobuses de transporte público y el 6% son transporte de carga. La presencia de las bicicletas es prácticamente nula en la estación.

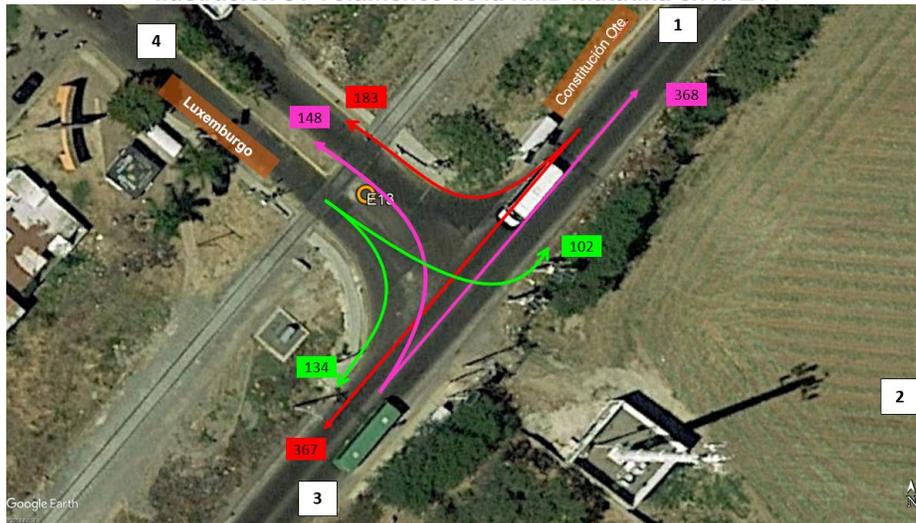
**Gráfico 80 Clasificación vehicular E14**



Fuente: Elaboración propia

En la **Ilustración 51** se muestran los volúmenes de los movimientos obtenidos durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo matutino, en donde se registró un aforo de 1,302 vehículos. Sobre Constitución Oriente se registraron los mayores volúmenes, en donde el movimiento con dirección norte sur registró 368 vehículos, un vehículo más que su contrario.

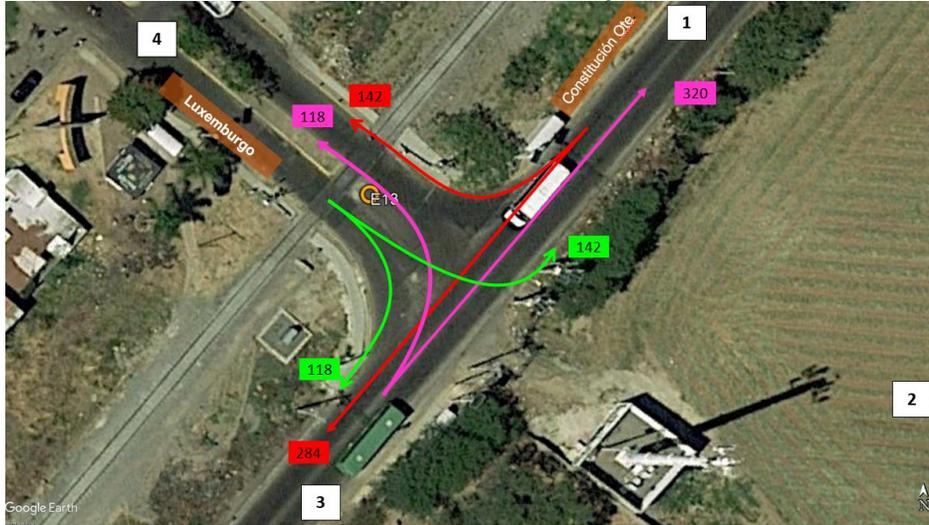
**Ilustración 51 Volúmenes de la HMD matutina en la E14**



Fuente: Elaboración propia

En la **Ilustración 52** se muestran los volúmenes de los movimientos considerados durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo vespertino, entre las 18:15h y las 19:15h, en donde se obtuvo un aforo de 1,124 vehículos. El movimiento con dirección sur – norte sobre Constitución registró el mayor volumen con 320 vehículos.

*Ilustración 52 Volúmenes de la HMD vespertina en la E14*

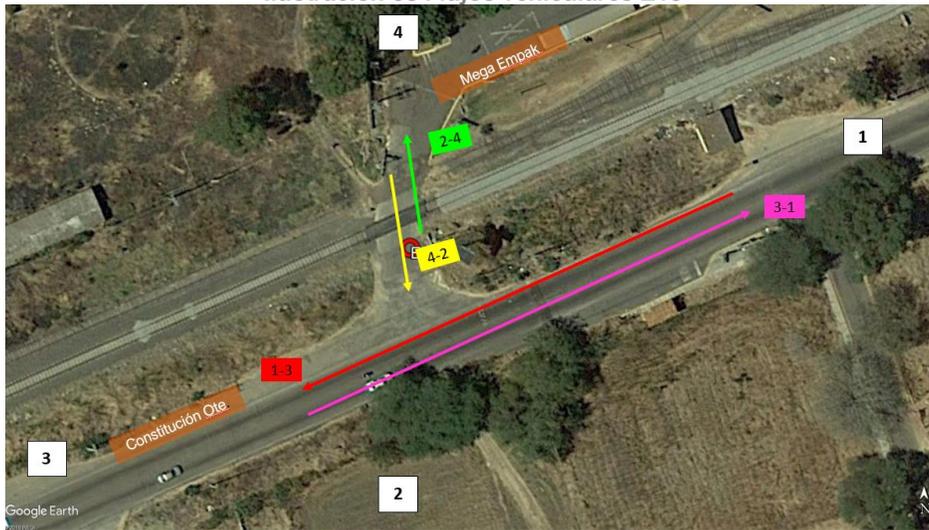


Fuente: Elaboración propia

▪ **Estación 15 – Constitución Oriente – Mega Empak**

La estación considera el acceso y salida del centro logístico Mega Empak, además de los flujos de Constitución Oriente, tal como se puede ver en la *Ilustración 53*. En la estación se registró un aforo de 7,801 vehículos.

*Ilustración 53 Flujos vehiculares E15*

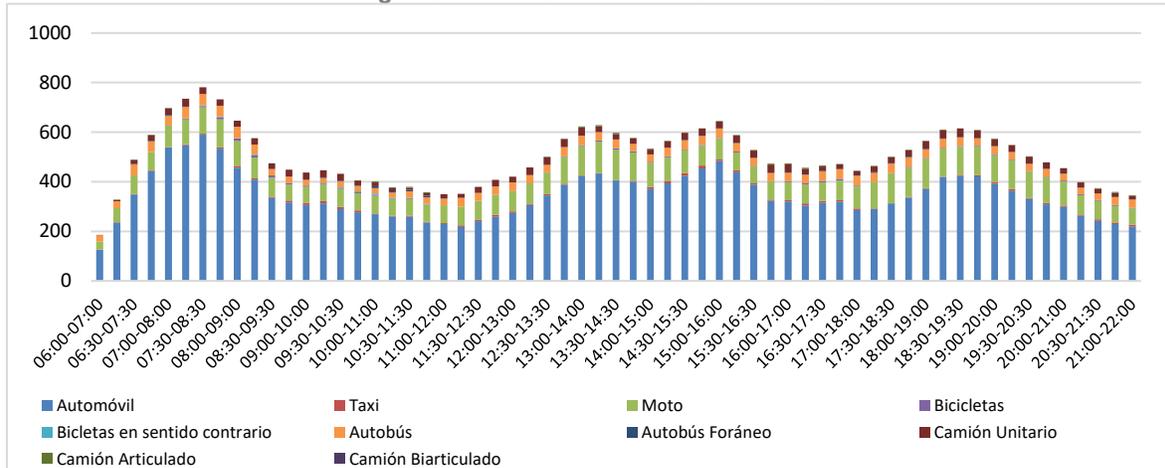


Fuente: Elaboración propia

En el *Histograma 17* se muestra el comportamiento de los vehículos durante el aforo, en donde se observa que existen tres periodos de mayor demanda definidos y el aforo se mantiene superior a los 400 vehículos durante la mayor parte del día. La hora de máxima demanda de la estación durante el periodo matutino se ubicó entre las 7:30h y 8:30h con un volumen de 781 vehículos, coincidiendo con la hora de máxima demanda del sistema, mientras que para el periodo a mitad del día se ubicó entre las 15:00h y 16:00h con 645

vehículos y, finalmente, para el periodo vespertino se ubicó entre las 18:30h y 19:30h con un aforo de 616 vehículos.

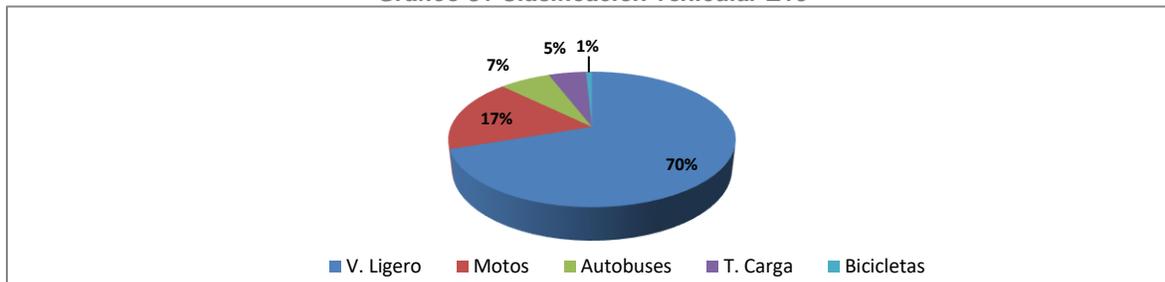
**Histograma 17 Volúmenes vehiculares de la E15**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 81** se muestra la clasificación vehicular y su conformación dentro del aforo de la estación. El 70% de los vehículos se compone por vehículos ligeros, es decir, automóviles y taxis, seguidos por las motocicletas que conforman el 17% del aforo, los autobuses de transporte público que conforman el 7%, el transporte de carga que conforma el 5% y, finalmente, las bicicletas conforman el 1% restante.

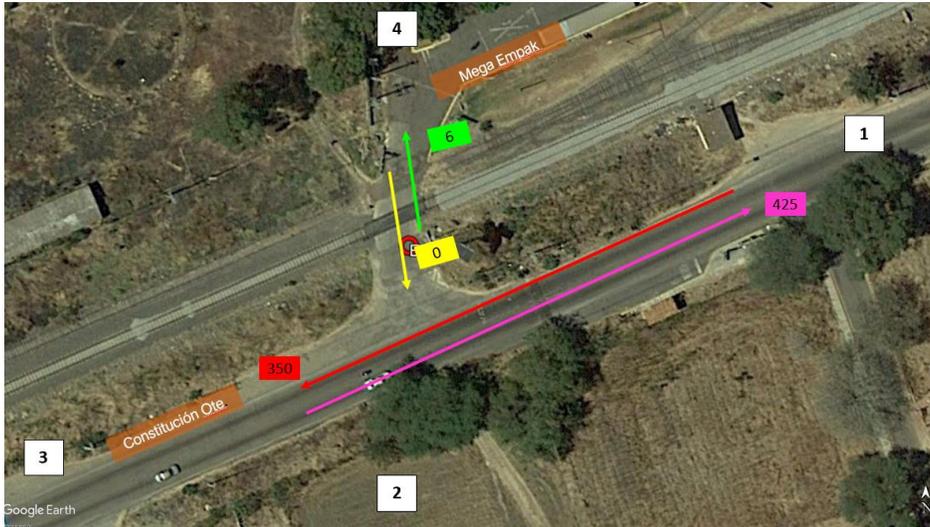
**Gráfico 81 Clasificación vehicular E15**



Fuente: Elaboración propia

En la **Ilustración 54** se muestran los volúmenes de los flujos obtenidos durante la hora de máxima demanda del sistema, de 7:30h a 8:30h, en donde se registró el tránsito de 781 vehículos. Los accesos y salidas son menores a diez vehículos durante este periodo. El movimiento con dirección poniente – oriente sobre Constitución Oriente registró 425 vehículos, el aforo más alto de la estación.

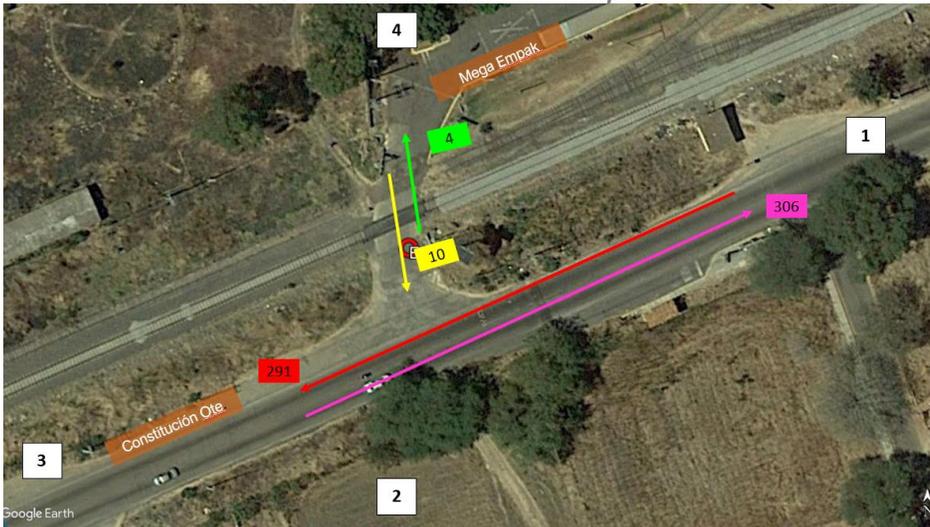
**Ilustración 54 Volúmenes de la HMD matutina en la E15**



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 55* se muestran los volúmenes obtenidos durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo vespertino, de 18:15h a 19:15h, en donde se registró un aforo de 611 vehículos. Los movimientos de acceso y salida al centro logístico superan los diez vehículos en este periodo. El flujo con dirección oriente – poniente continúa siendo el que tiene mayor volumen con 425 vehículos.

*Ilustración 55 Volúmenes de la HMD vespertina en la E15*

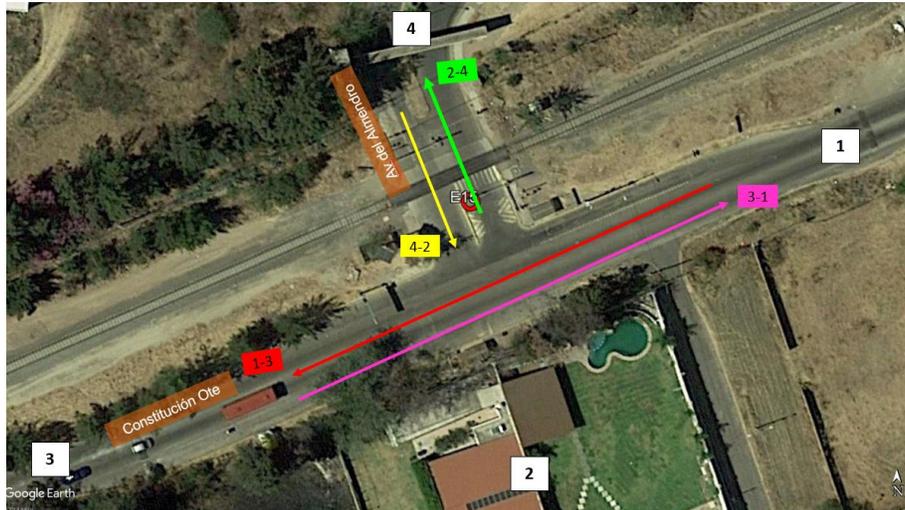


Fuente: Elaboración propia

▪ **Estación 16 – Constitución Oriente – Avenida del Almendro**

En la intersección entre las avenidas se forma una te, en donde fueron considerados cuatro flujos vehiculares, tal como se muestra en la *Ilustración 56*. En la estación se registró un total de 8,973 vehículos.

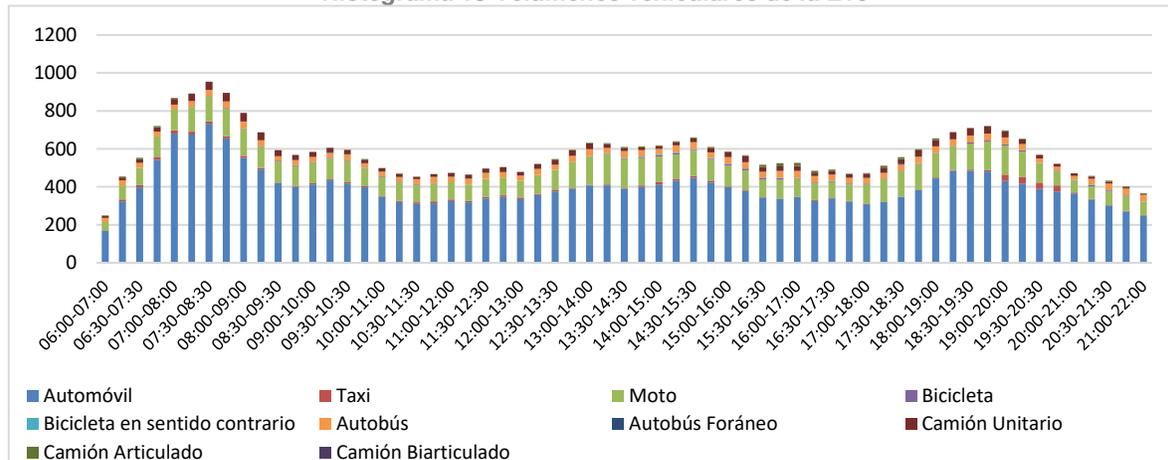
*Ilustración 56 Flujos vehiculares E16*



Fuente: Elaboración propia

En el *Histograma 18* se muestra el comportamiento de la estación, la cual presenta mayor carga vehicular durante el periodo matutino y se mantiene constante con más de 400 vehículos por hora. La hora de mayor demanda de la estación del periodo matutino se encontró entre las 7:30h y 8:30h con un volumen de 954 vehículos, coincidiendo con la hora de máxima demanda del sistema, mientras que para el periodo vespertino se ubicó entre las 18:45h y 19:45h con un volumen de 721 vehículos.

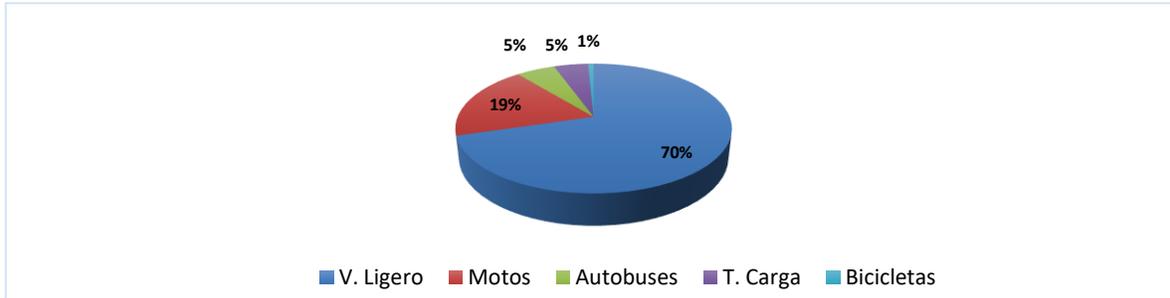
*Histograma 18 Volúmenes vehiculares de la E16*



Fuente: Elaboración propia

En el *Gráfico 82* se muestra la clasificación vehicular, así como su composición, durante el aforo de la estación. Se observa que el 70% del aforo está compuesto por vehículos ligeros, automóviles y taxis, seguidos por el 19% que conforman las motocicletas, un 5% que conforman los autobuses de transporte público y otro 5% que conforma el transporte de carga y, finalmente, las bicicletas que conforman el 1% restante.

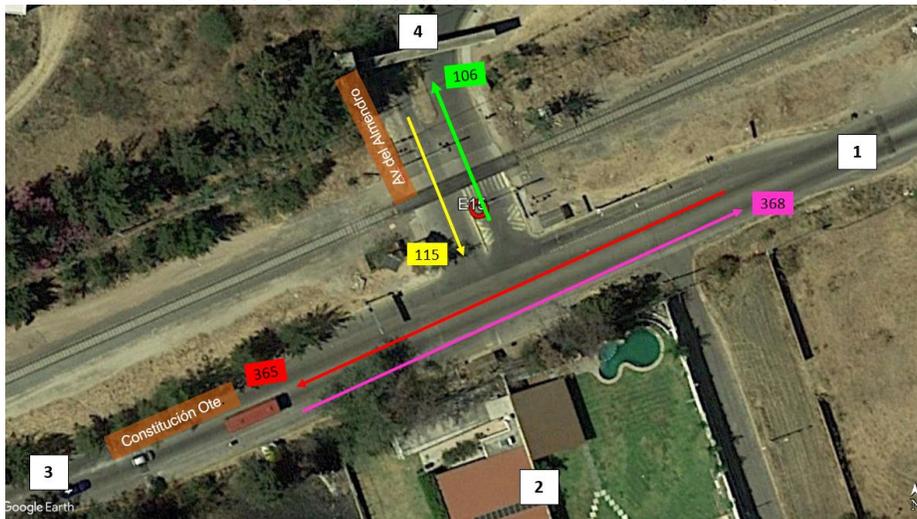
**Gráfico 82 Clasificación vehicular E16**



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 57* se muestran los volúmenes obtenidos durante la hora de máxima demanda del sistema, de 7:30h a 8:30h, en donde se aforó un total de 954 vehículos. Los volúmenes de los flujos sobre Constitución Oriente son equivalentes, siendo el flujo con dirección poniente – oriente el mayor con 368 vehículos, tres vehículos más que el flujo contrario.

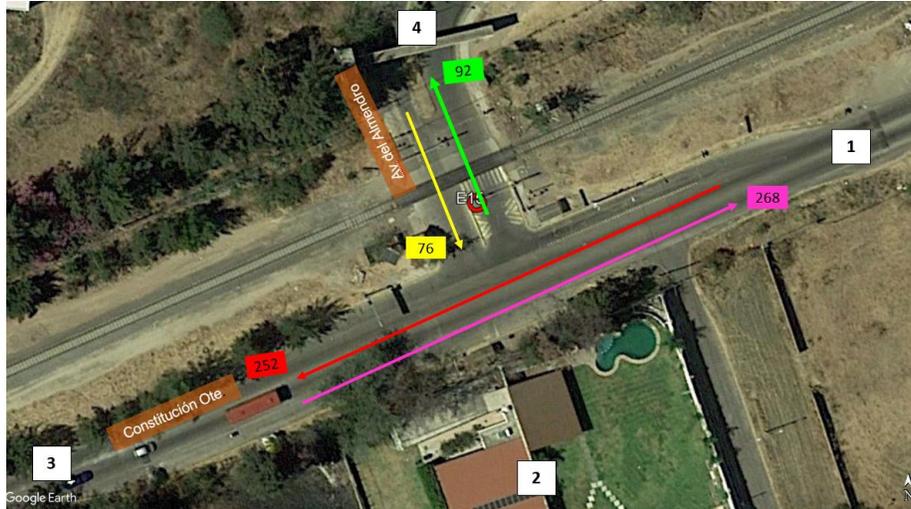
**Ilustración 57 Volúmenes de la HMD matutina en la E16**



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 58* se muestran los volúmenes de los flujos considerados durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo vespertino, entre las 18:15h y las 19:15h. El flujo con dirección poniente – oriente obtuvo el mayor aforo con 268 vehículos.

*Ilustración 58 Volúmenes de la HMD vespertina en la E16*



Fuente: Elaboración propia

▪ **Estación 17 – Constitución Oriente – Ferrocarril**

En la estación se consideraron únicamente los flujos sobre Constitución Oriente que atraviesan las vías de ferrocarril, como se puede ver en la *Ilustración 59*. En la estación se registró un aforo de 8,628 vehículos.

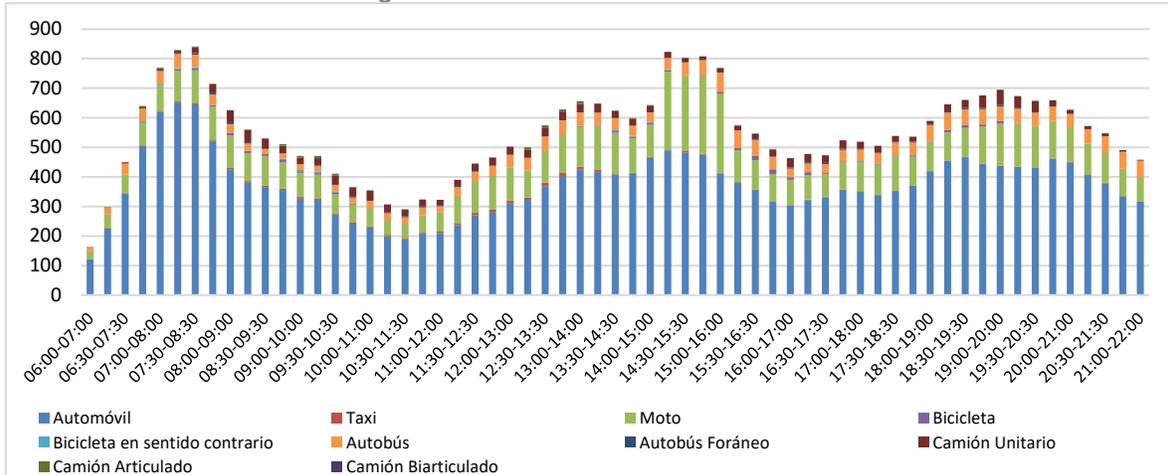
*Ilustración 59 Flujos vehiculares E17*



Fuente: Elaboración propia

En el *Histograma 18* se muestra el comportamiento de la estación, la cual cuenta con tres puntos de mayor demanda durante el día. La hora de mayor demanda de la estación del periodo matutino se encontró entre las 7:30h y las 8:30h con un aforo de 841 vehículos, para el periodo a mitad del día se encontró entre las 14:15h y 15:15h con un volumen de 823 vehículos y, finalmente, para el periodo vespertino se encontró entre las 19:00h y 20:00h con un aforo de 695 vehículos.

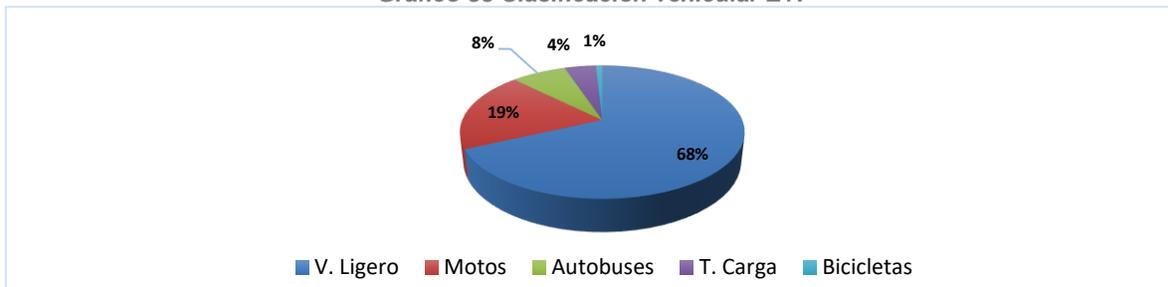
**Histograma 19 Volúmenes vehiculares de la E17**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 83** se muestra la clasificación vial y sus porcentajes en la estación. El 68% de los vehículos en el aforo se conforman por vehículos ligeros, es decir, automóviles y taxis. El 19% de los vehículos se conforman por motocicletas, seguidos por el 8% que conforman los autobuses de transporte público, el 4% que forma el transporte de carga y el 1% restante que conforman las bicicletas.

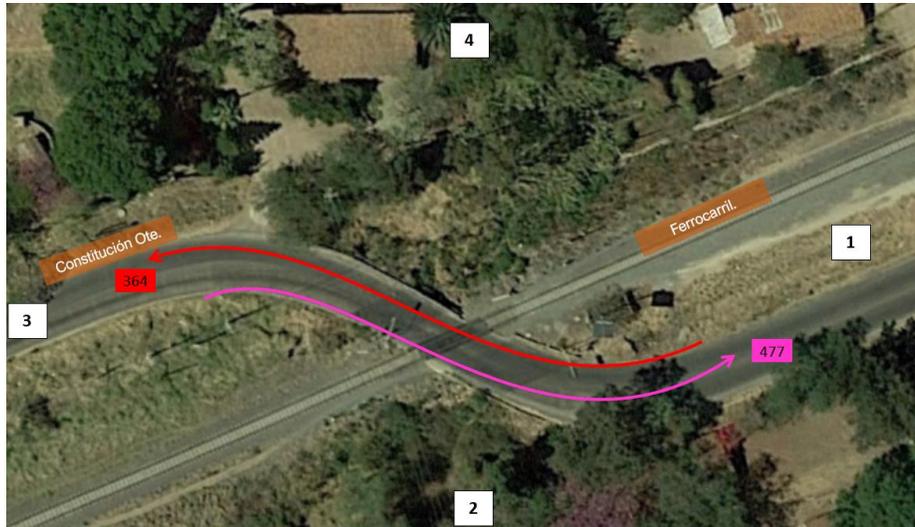
**Gráfico 83 Clasificación vehicular E17**



Fuente: Elaboración propia

En la **Ilustración 60** se muestran los volúmenes de los flujos de la estación durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo matutino, de 7:30h a 8:30h, en donde fueron aforados 841 vehículos. El movimiento con dirección poniente – oriente registró el mayor aforo con 477 vehículos.

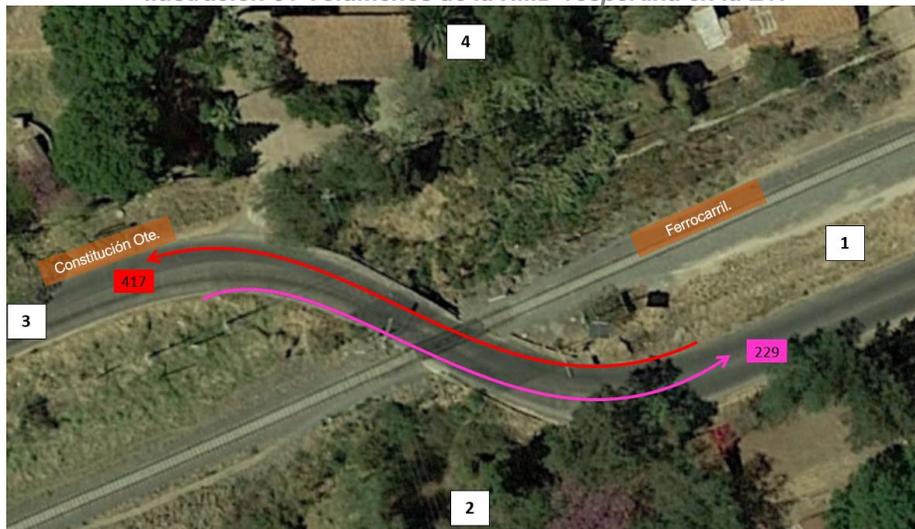
*Ilustración 60 Volúmenes de la HMD matutina en la E17*



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 61* se muestran los volúmenes de la hora de máxima demanda del sistema del periodo vespertino, de 18:15h a 19:15h, en donde se registró un aforo de 646 vehículos. El movimiento con dirección poniente – oriente registró el mayor volumen con 417 vehículos.

*Ilustración 61 Volúmenes de la HMD vespertina en la E17*

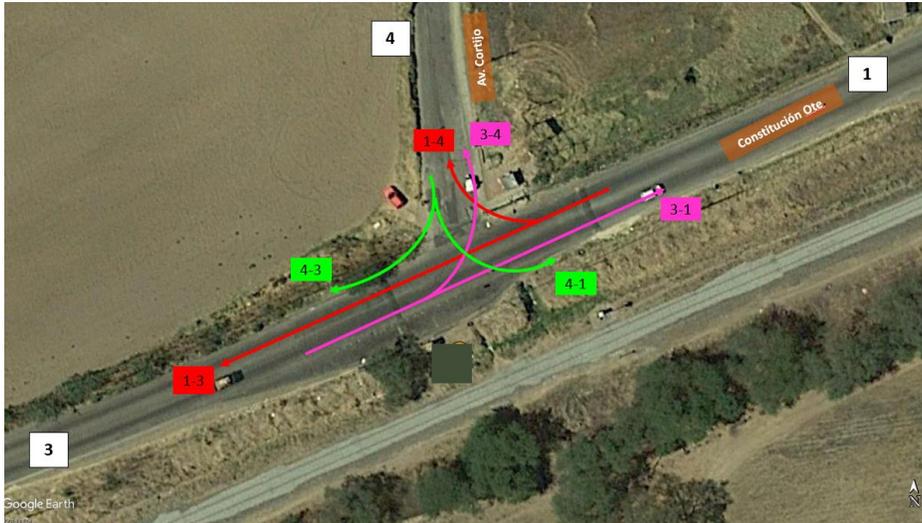


Fuente: Elaboración propia

▪ **Estación 18 – Constitución Oriente – Cortijo**

La intersección entre las vías forma una te en donde se consideraron seis movimientos direccionales, tal como se puede ver en la *Ilustración 62*. En la estación se aforó un total de 8,032 vehículos durante todo el periodo.

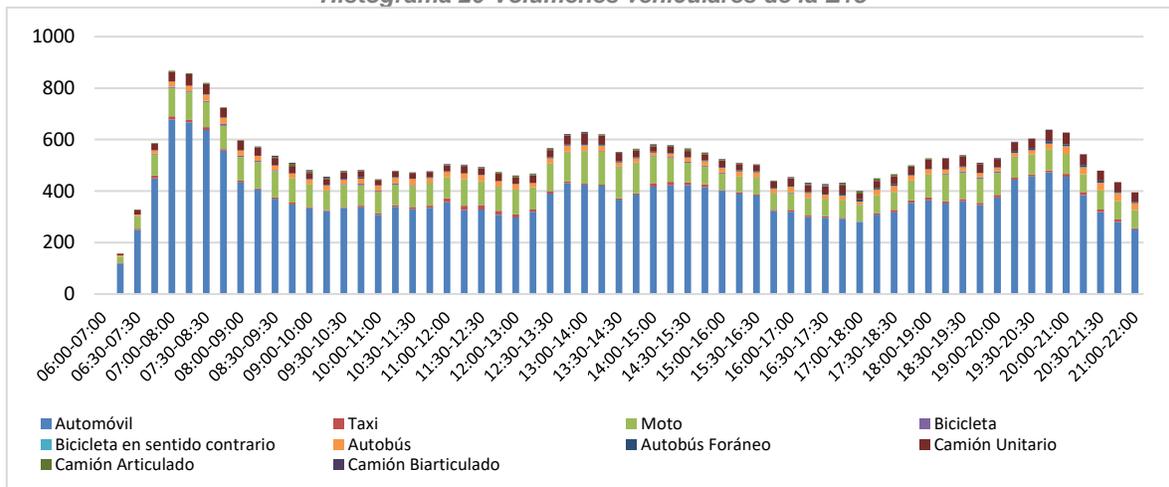
*Ilustración 62 Movimientos direccionales E18*



Fuente: Elaboración propia

En el **Histograma 20** se muestra el comportamiento de la estación, en donde se observa una mayor carga vehicular en el periodo matutino. La hora de máxima demanda de la estación se ubicó entre las 7:00h y 9:00h con un aforo de 868 vehículos, mientras que para el periodo vespertino se ubicó entre las 19:45h y 20:45h con un aforo de 639 vehículos.

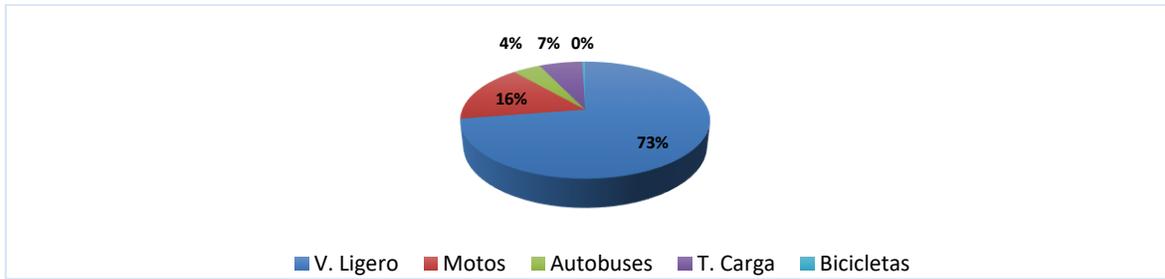
**Histograma 20** Volúmenes vehiculares de la E18



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 84** se muestra la clasificación vehicular y su composición durante el aforo de la estación. Se observa que el 73% del aforo se compone por vehículos ligeros, es decir, automóviles y taxis, los cuales están seguidos por las motocicletas que componen el 16% del aforo, el transporte de carga que compone el 7% del aforo y, por último, los autobuses de transporte público que componen el 4% del aforo, ya que la presencia ciclista no alcanza el 1%.

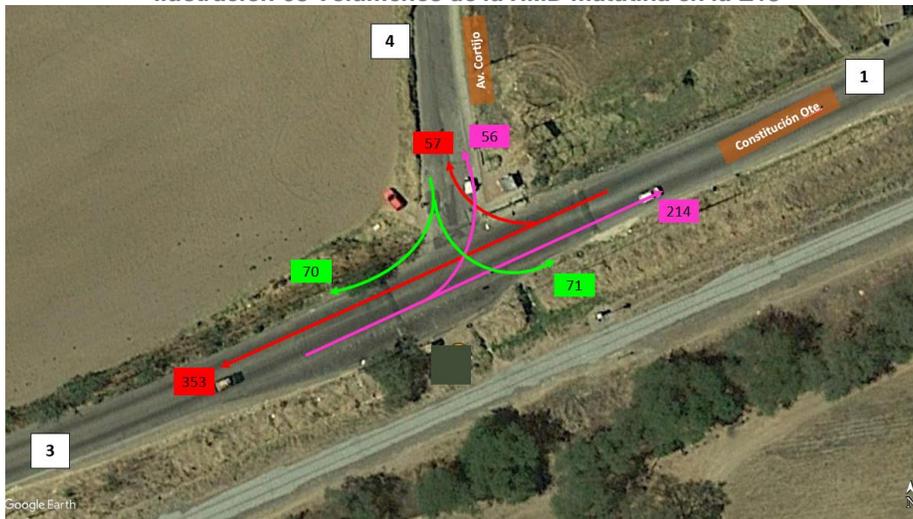
**Gráfico 84** Clasificación vehicular E18



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 63* se muestran los volúmenes obtenidos durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo matutino, de 7:30 a 8:30h, en donde se registró un aforo de 821 vehículos. El movimiento con dirección oriente – poniente sobre Avenida Concepción obtuvo el mayor aforo con 353 vehículos, más del 40% de la estación.

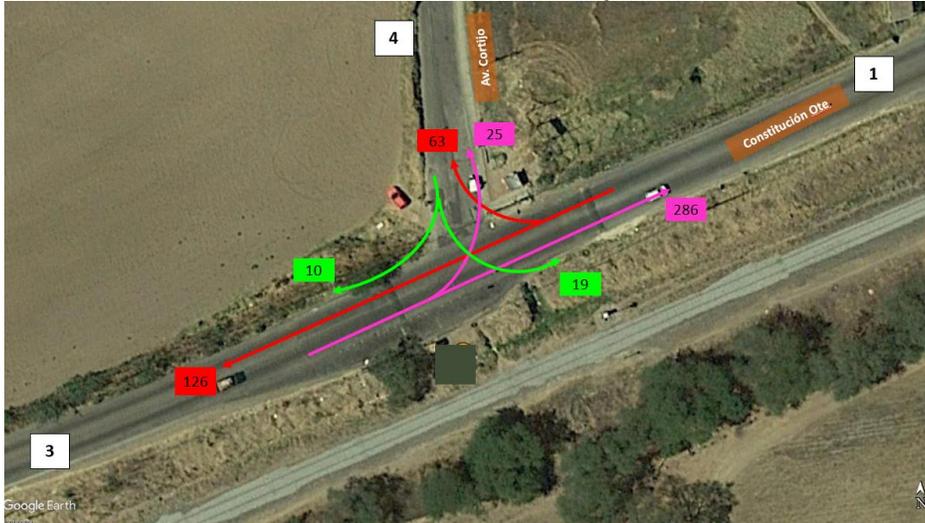
*Ilustración 63* Volúmenes de la HMD matutina en la E18



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 64* se muestran los volúmenes de los movimientos obtenidos durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo vespertino, entre las 18:15h y 19:15h, en donde se registró un aforo de 529 vehículos. El movimiento con dirección poniente – oriente sobre Avenida Constitución registró el mayor volumen con 286 vehículos.

*Ilustración 64 Volúmenes de la HMD vespertina en la E18*



*Fuente: Elaboración propia*

▪ **Estación 19 – Prolongación Mariano Escobedo – Ferrocarril**

La estación considera los flujos vehiculares sobre Prolongación Mariano Escobedo que atraviesan las vías de Ferrocarril, tal como se muestra en la *Ilustración 65*. En la estación se registró un aforo de 13,171 vehículos durante todo el periodo.

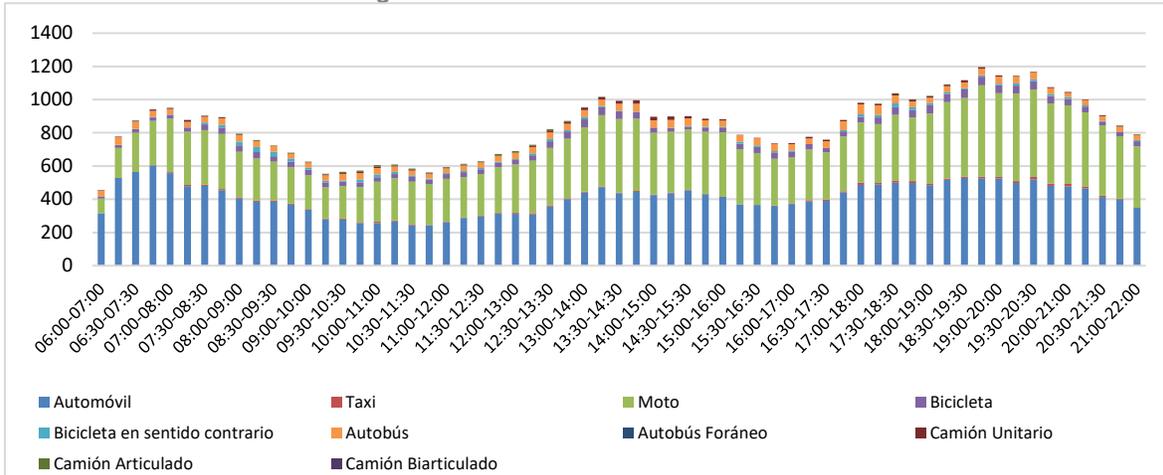
*Ilustración 65 Flujos vehiculares E19*



*Fuente: Elaboración propia*

En el *Histograma 21* se muestra el comportamiento vehicular de la estación, el cual cuenta con tres periodos de mayor demanda definidos y una mayor carga vehicular en el periodo vespertino. La hora de máxima demanda de la estación durante el periodo matutino se ubicó entre las 7:00h y 8:00h con un volumen de 951 vehículos, mientras que para el periodo vespertino se ubicó entre las 18:45h y 19:45h con un aforo de 1,196 vehículos.

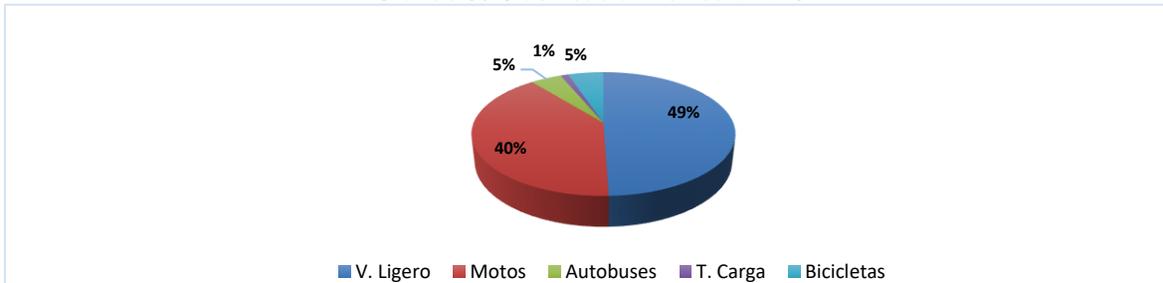
**Histograma 21 Volúmenes vehiculares de la E19**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 85** se muestra la clasificación vehicular y los porcentajes obtenidos en el aforo. El 49% de los vehículos se componen por vehículos ligeros, es decir, automóviles y taxis, los cuales están seguidos por las motocicletas, que componen el 40% del aforo, los autobuses de transporte público y el transporte de carga forman un 5% cada uno, mientras que el 1% restante corresponde a bicicletas.

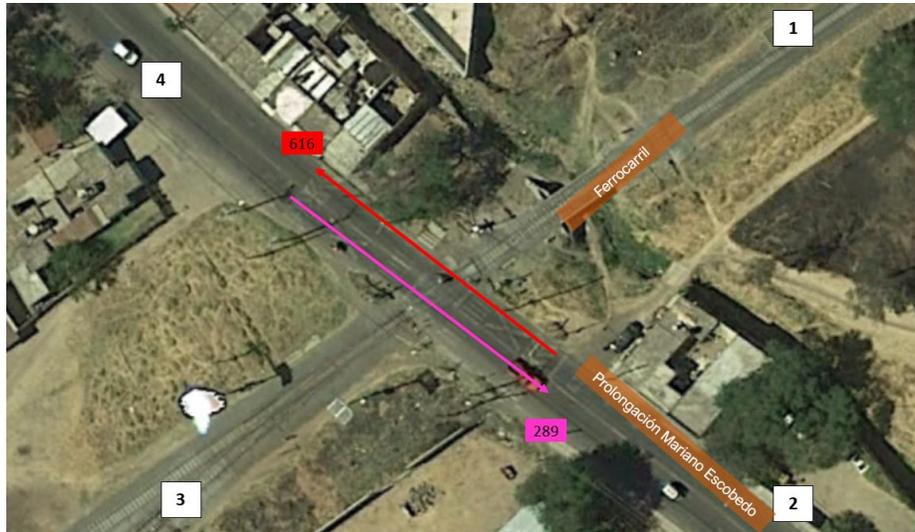
**Gráfico 85 Clasificación vehicular E19**



Fuente: Elaboración propia

En la **Ilustración 66** se muestran los volúmenes de los flujos durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo matutino, entre las 7:30h y las 8:30h, en donde se registró un aforo de 905 vehículos. El movimiento con dirección sur – norte obtuvo el mayor aforo con 616 vehículos.

*Ilustración 66 Volúmenes de la HMD matutina en la E19*



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 67* se muestran los volúmenes de los flujos durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo vespertino, de 18:15h a 19:15h, en donde se registró un aforo de 1,092 vehículos. El movimiento con dirección sur – norte, continua con el mayor aforo con 557 vehículos, sin embargo, la diferencia es de solo 22 vehículos.

*Ilustración 67 Volúmenes de la HMD vespertina en la E19*

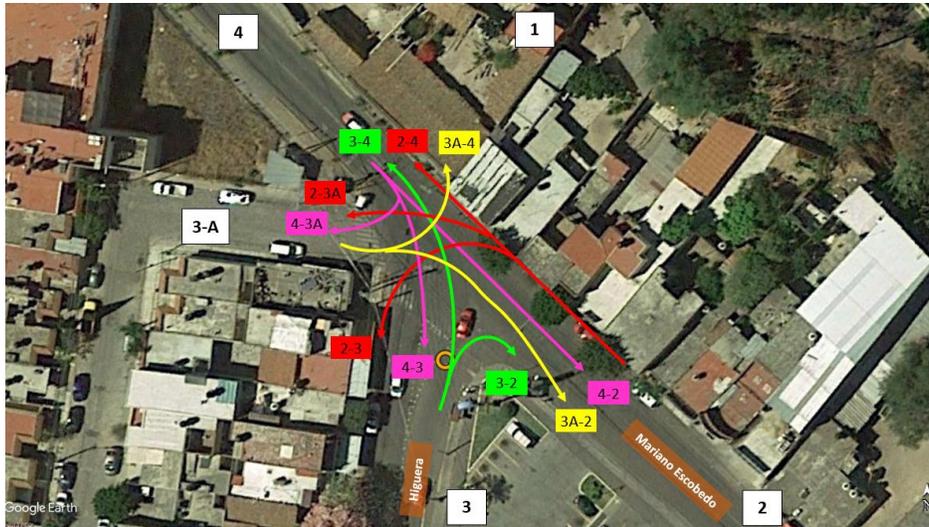


Fuente: Elaboración propia

▪ **Estación 20 – Mariano Escobedo – Higuera**

La intersección se compone por tres vías, en las que se consideraron diez movimientos direccionales, como se puede ver en la *Ilustración 68*. En la estación se registró un aforo de 21,569 vehículos.

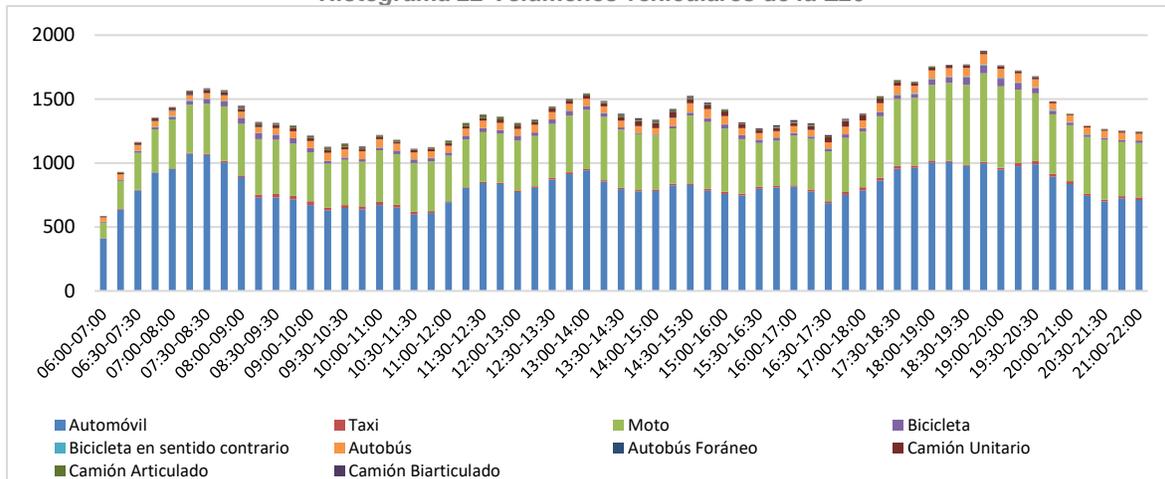
*Ilustración 68 Movimientos direccionales E20*



*Fuente: Elaboración propia*

En el *Histograma 22* se muestra el comportamiento vehicular de la estación, la cual cuenta con mayor carga vehicular en el periodo vespertino y se mantiene constante por encima de los 1,000 vehículos por hora. La hora de máxima demanda de la estación se encontró, para el periodo matutino, entre las 7:30h y 8:30h con un aforo de 1,585 vehículos, mientras que para el periodo vespertino se encontró entre las 18:45h y 19:45h con un aforo de 1,878 vehículos.

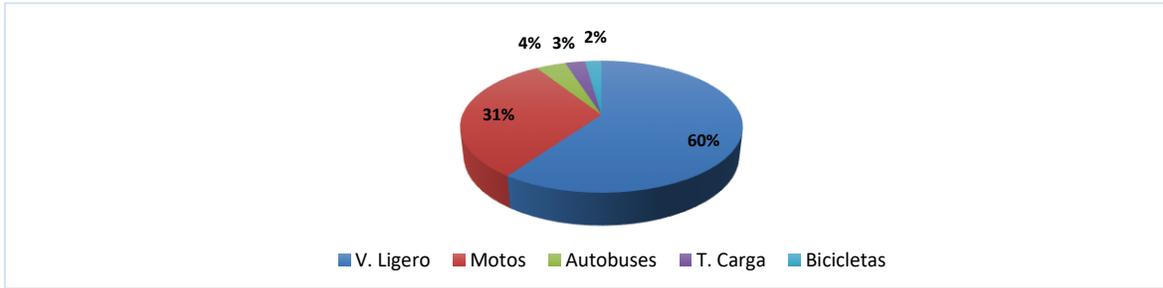
*Histograma 22 Volúmenes vehiculares de la E20*



*Fuente: Elaboración propia*

En el *Gráfico 86* se muestra la clasificación vehicular y sus porcentajes obtenidos en el aforo de la estación. El 60% del aforo está compuesto por vehículos ligeros, automóviles y taxis, los cuales están seguidos por las motocicletas que componen el 31%, los autobuses de transporte público que conforman el 4%, el transporte de carga conforma el 3% y, finalmente, las bicicletas conforman el 2% restante.

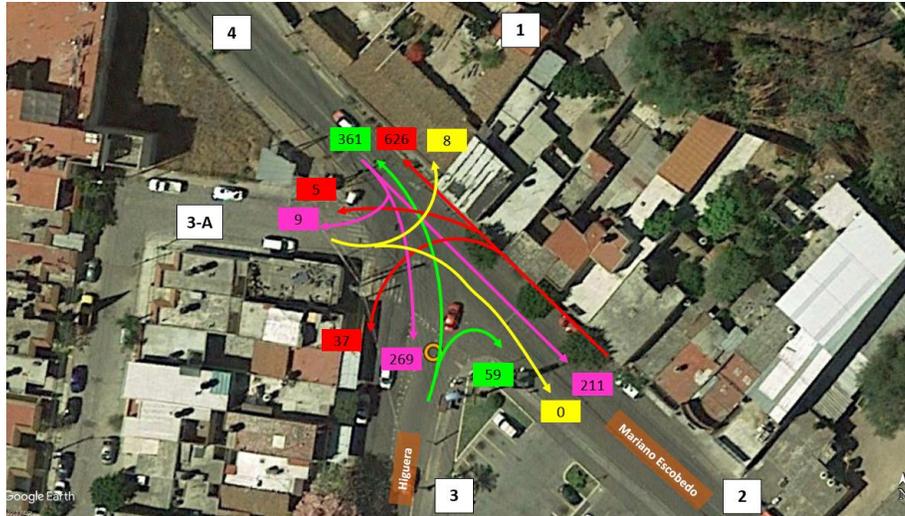
Gráfico 86 Clasificación vehicular E20



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 69* se muestran los volúmenes obtenidos durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo matutino, de 7:30h a 8:30h, en donde se registró un aforo de 1,585 vehículos. El movimiento sobre Mariano Escobedo con dirección norte obtuvo el mayor volumen con 626 vehículos, casi el 40% del aforo de la estación.

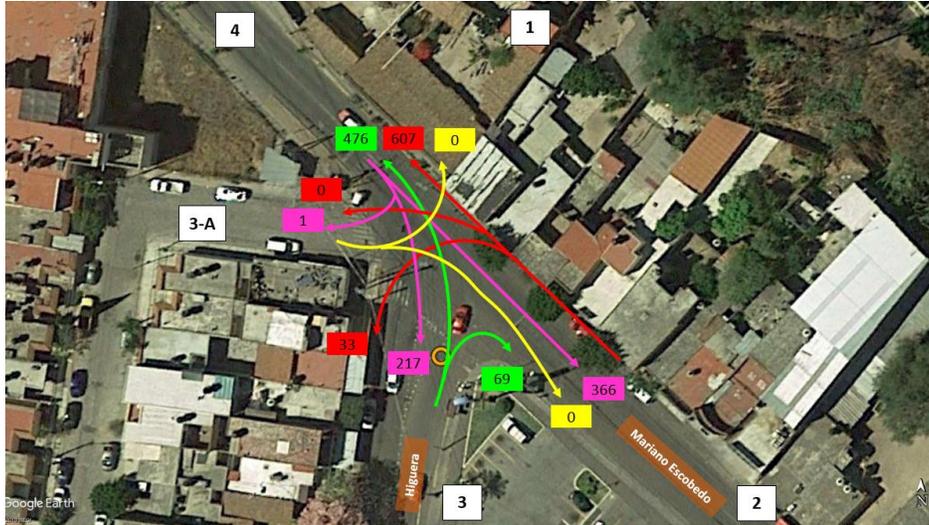
Ilustración 69 Volúmenes de la HMD matutina en la E20



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 70* se muestran los volúmenes de los movimientos durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo vespertino, de 18:15h a 19:15h, en donde se registró un aforo de 1,769 vehículos. El movimiento con dirección sur – norte sobre Mariano Escobedo registró el mayor volumen con 607 vehículos, el 34% del aforo de la estación.

*Ilustración 70 Volúmenes de la HMD vespertina en la E20*

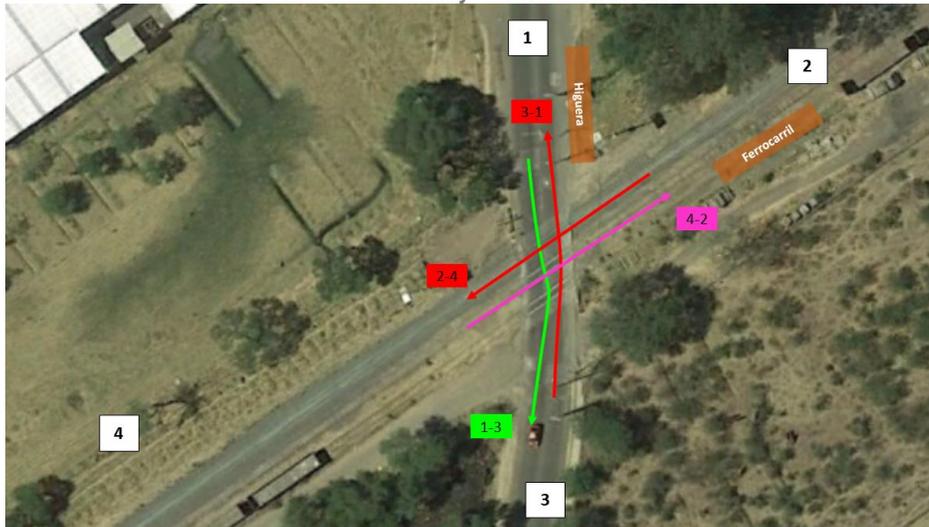


*Fuente: Elaboración propia*

▪ **Estación 21 – Higuera – Ferrocarril**

La estación considera los cuatro flujos vehiculares de Higuera y de Ferrocarril, como se puede ver en la *Ilustración 71*. En la estación se registró un aforo de 7,897 vehículos.

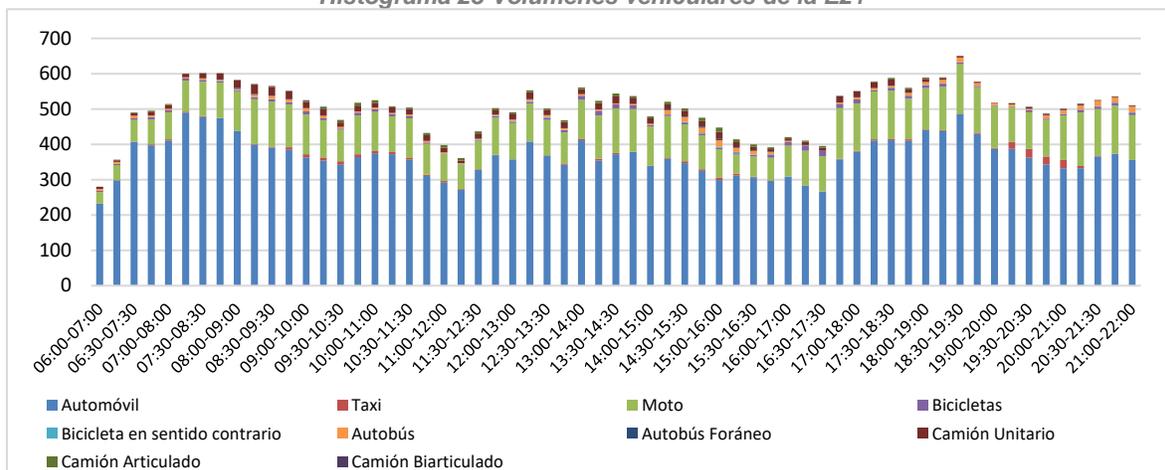
*Ilustración 71 Flujos vehiculares E21*



*Fuente: Elaboración propia*

En el *Histograma 23* se muestra el comportamiento de la estación, en donde se observan mayores cargas vehiculares durante el periodo vespertino, con una constante entre 400 y 500 vehículos durante todo el día. La hora de máxima demanda de la estación del periodo matutino se ubicó entre las 7:30h y las 8:30h con un aforo de 602 vehículos, mientras que para el periodo vespertino se ubicó entre las 18:45h y 19:45h con un aforo de 650 vehículos.

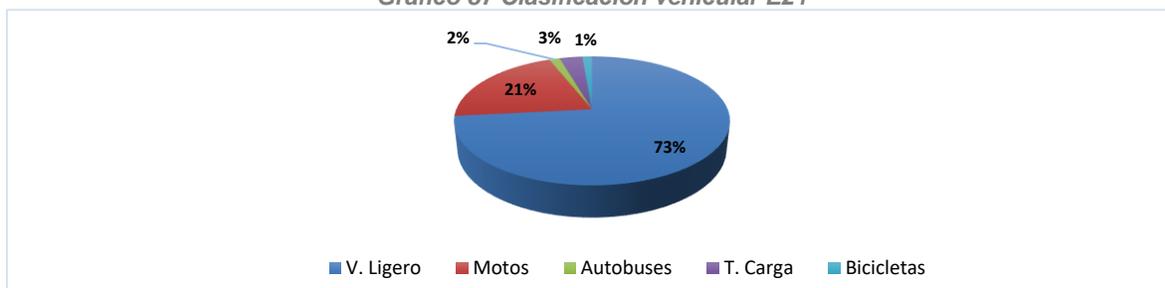
**Histograma 23 Volúmenes vehiculares de la E21**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 87** se muestra la clasificación vehicular y los porcentajes obtenidos en el aforo, en donde se observa que el 73% del aforo se compone por vehículos ligeros, es decir, automóviles y taxis, los cuales están seguidos por las motocicletas, que componen el 21% del aforo, el transporte de carga compone el 3%, los autobuses de transporte público componen el 2% y, por último, las bicicletas conforman el 1% restante.

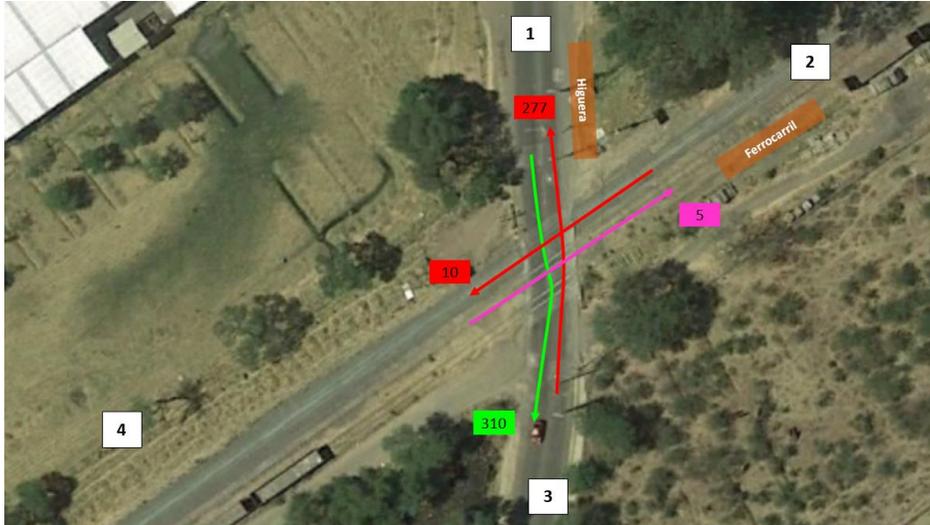
**Gráfico 87 Clasificación vehicular E21**



Fuente: Elaboración propia

En la **Ilustración 72** se muestran los volúmenes de los flujos obtenidos durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo matutino, entre las 7:30h y las 8:30h, en donde se registró un aforo de 602 vehículos. El movimiento sobre Higuera con dirección norte – sur registró un volumen de 310 vehículos, el más alto de la estación, mientras que los dos flujos sobre Ferrocarril alcanzaron 15 vehículos.

*Ilustración 72 Volúmenes de la HMD matutina en la E21*



*Fuente: Elaboración propia*

En la *Ilustración 73* se muestran los volúmenes de los flujos obtenidos durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo vespertino, entre las 18:15h y las 19:15h, en donde se registró un aforo de 590 vehículos. El flujo con dirección sur – norte sobre Higuera tuvo un aforo de 300 vehículos, el mayor de la estación, mientras que los dos flujos sobre Ferrocarril alcanzaron los 21 vehículos.

*Ilustración 73 Volúmenes de la HMD vespertina en la E21*

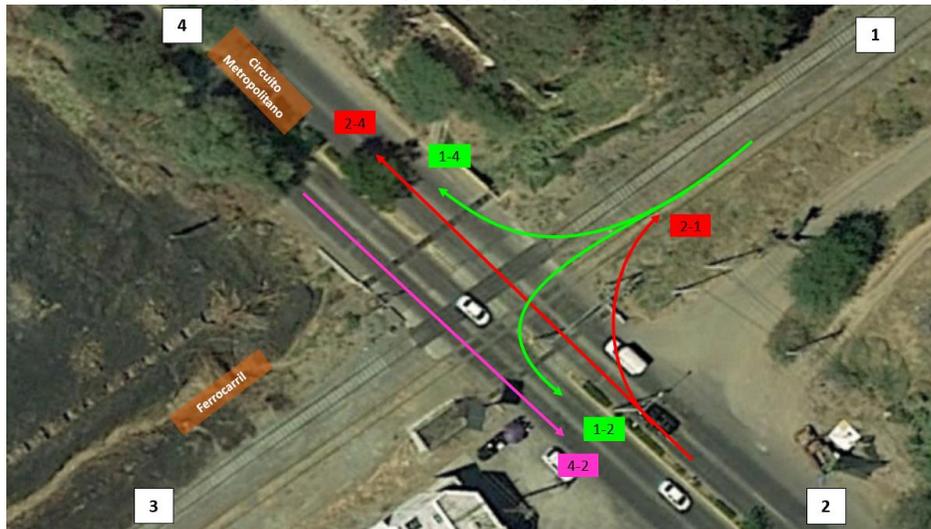


*Fuente: Elaboración propia*

▪ **Estación 22 – Ferrocarril – Circuito Metropolitano**

La última intersección del estudio, entre el Circuito Metropolitano y Ferrocarril, forma una cruz. Para el aforo se consideraron los movimientos hacia el norte del circuito, siendo entonces cinco movimientos, los cuales se muestran en la *Ilustración 74*. En la estación se aforó un total de 16,565 vehículos.

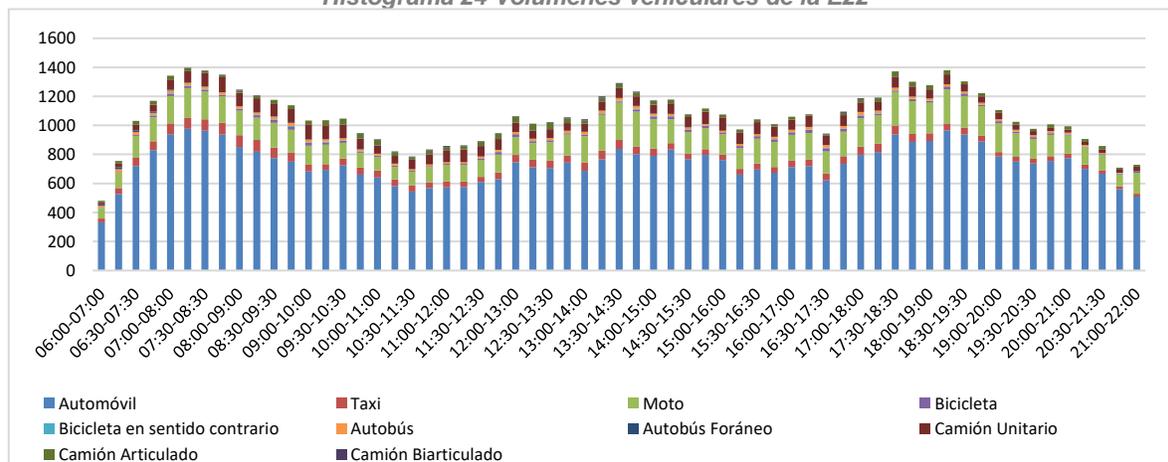
*Ilustración 74 Movimientos direccionales E22*



*Fuente: Elaboración propia*

En el *Histograma 24* se muestra el comportamiento vehicular de la estación, en donde se observan claramente tres puntos de mayor demanda con mayor carga vehicular durante el periodo matutino. La hora de máxima demanda de la estación se ubicó entre las 7:15h y las 8:15 con un aforo de 1.398 vehículos, mientras que para el periodo vespertino se ubicó entre las 18:15h y 19:15h, la hora de máxima demanda del sistema, con un volumen de 1,379 vehículos.

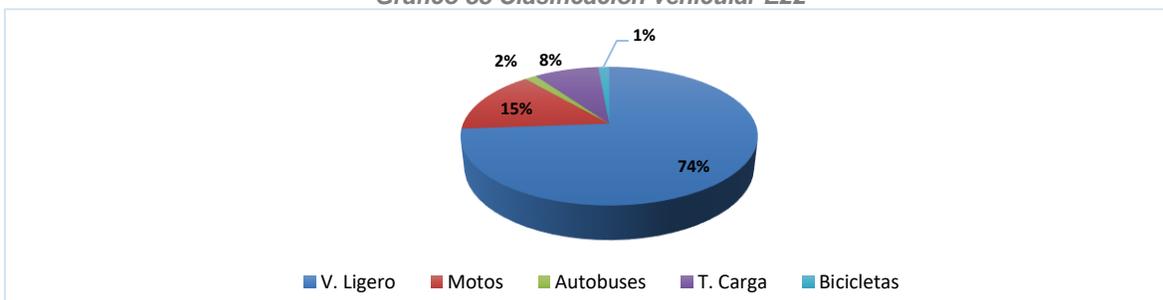
*Histograma 24 Volúmenes vehiculares de la E22*



*Fuente: Elaboración propia*

En el *Gráfico 88* se muestra la clasificación vehicular y sus porcentajes obtenidos del aforo. Se observa que el 74% del aforo de la estación está compuesto por vehículos ligeros, automóviles y taxis, los cuales están seguidos por las motocicletas, que componen el 15% del aforo, el transporte de carga que compone el 8% del aforo, los autobuses de transporte público que componen el 2% y, por último, las bicicletas que componen el 1% restante.

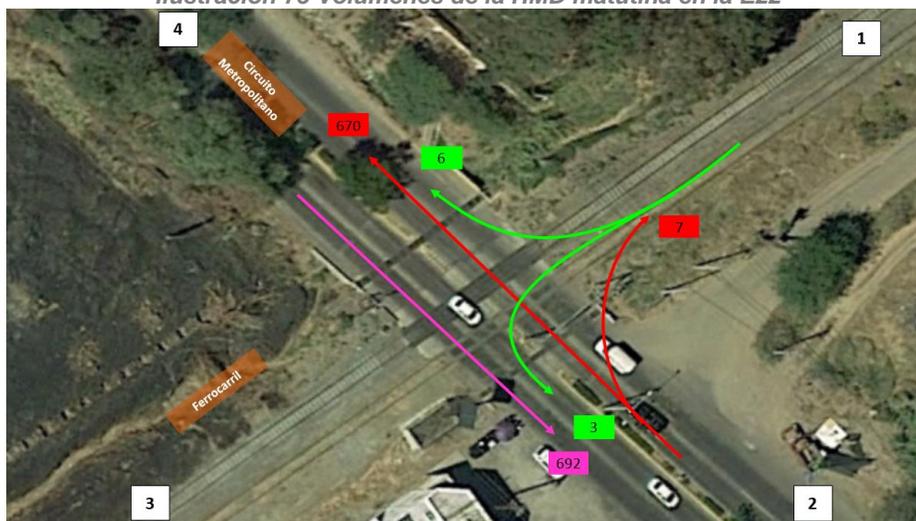
**Gráfico 88 Clasificación vehicular E22**



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 75* se muestran los volúmenes obtenidos durante la hora de máxima demanda del sistema, entre las 7:30h y las 8:30h, en donde se registró un aforo de 1,378 vehículos. El movimiento sobre el Circuito Metropolitano con dirección poniente – oriente registró el mayor volumen con 692 vehículos, mayor en 22 vehículos que el movimiento contrario. Los movimientos hacia y desde ferrocarril no alcanzan los 20 vehículos.

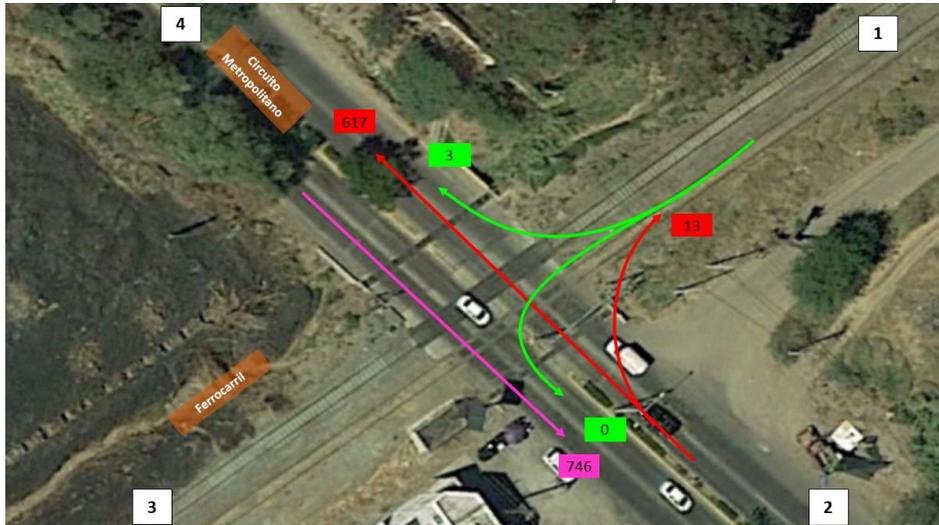
**Ilustración 75 Volúmenes de la HMD matutina en la E22**



Fuente: Elaboración propia

En la *Ilustración 76* se muestran los volúmenes de los movimientos obtenidos durante la hora de máxima demanda del sistema del periodo vespertino, de 18:15h a 19:15h, en donde se registró un aforo de 1,379 vehículos. El movimiento con dirección poniente – oriente sobre Circuito Metropolitano registró el mayor volumen de la estación con 749 vehículos, mientras que los movimientos desde y hacia Ferrocarril no alcanzaron los 20 vehículos.

*Ilustración 76 Volúmenes de la HMD vespertina en la E22*



*Fuente: Elaboración propia*

- **Transporte Público**

- **Inventario de rutas**

Fueron consideradas todas las rutas de transporte público en el área de influencia para la realización del inventario de rutas. El inventario fue realizado por estación y por movimiento, los cuales se muestran en los anexos del presente informe, ya que en la *Tabla 7* se observa el inventario de rutas general.

La ruta 186 López Mateos presenta la frecuencia de paso promedio del día más alta de las rutas analizadas con una unidad cada 3 minutos, la cual se mantiene como la más alta durante el periodo de máxima demanda de la mañana con una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 5 minutos.

En la hora de máxima demanda del periodo vespertino se encontró que la ruta 623 Santa Cruz presentó la frecuencia de paso promedio más alta con una unidad cada minuto.

La frecuencia de paso promedio del día más baja la registró la ruta A09 con una unidad cada 48 minutos, la cual desciende hasta una unidad por hora durante la hora de máxima demanda del periodo vespertino.

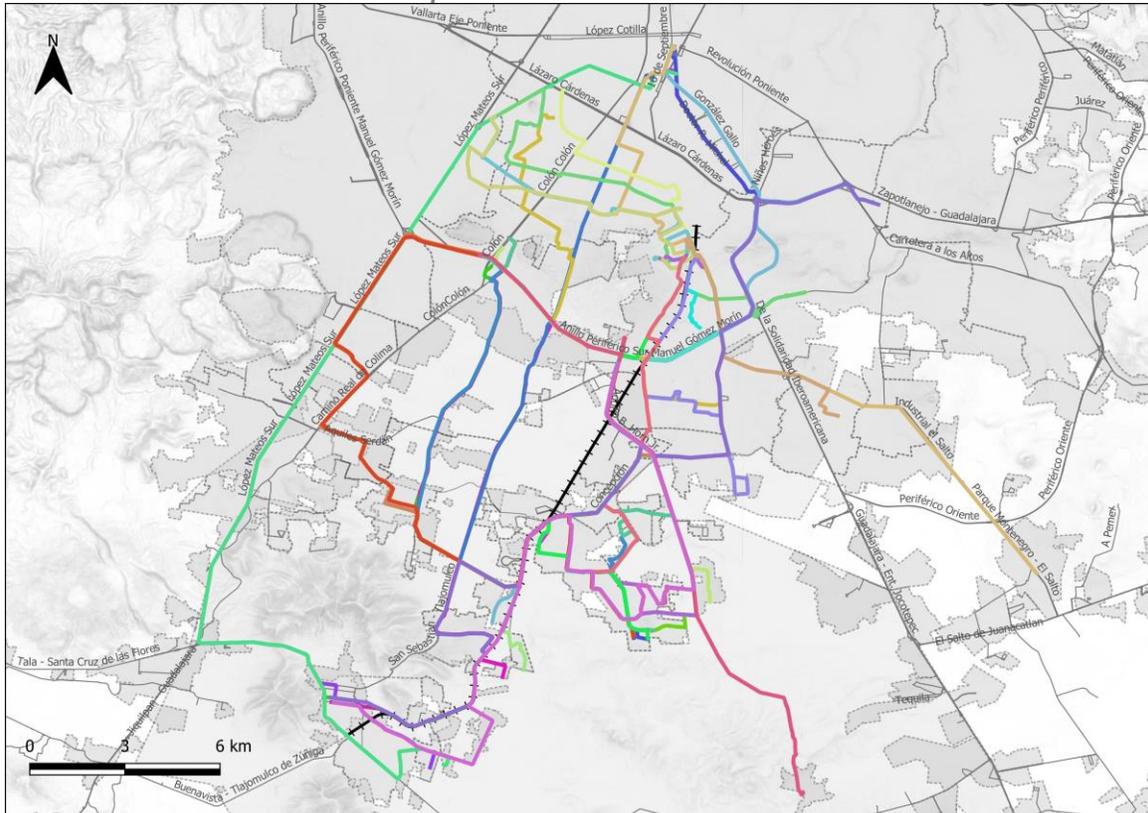
**Tabla 7 Inventario de rutas de transporte público**

RUTA	LONGITUD (m)	DERROTERO	POR DIA	HMD AM	HMD PM
645 Prepa	14914.268	PLAZA DEL SOL, LAS JUNTAS, MIRAVALLE, PREPA 13, PATRIA, TREN LIGERO, URDANED, LOPEZ DE LEGASPI	1 unidad / 6 minutos	1 unidad / 17 minutos	1 unidad / 10 minutos
645 Aqua Fase 6	20865.048	CHULAVISTA, AQUA FASE 6, MIRAVALLE, JUNTAS, PERIFERICO, SANTA CRUZ DEL VALLE, CANTAROS, HUIZACHERA	1 unidad / 25 minutos	1 unidad / 60 minutos	1 unidad / 15 minutos
645 Arboledas	22083.732	MIRAVALLE, POLANCO, PLAZA DEL SOL, DURAZNERA, PREPA 6, JUNTAS, ECHEVERRIA, ARBOLEDAS, COLON, 5 DE MAYO, EL VERGEL, EXPO GUADALAJARA, ISLA RAZA	1 unidad / 14 minutos	1 unidad / 12 minutos	1 unidad / 15 minutos
645 Lomas del Mirador	20145.481	JUAN DE LA BARRERA, SANTA CRUZ DEL VALLE, CHULAVISTA, LOMAS DEL MIRADOR, CANTAROS, PINTAS, JUNTAS, HIZACHERA	1 unidad / 24 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 20 minutos
645 Conchitas	13370.174	MIRAVALLE, SAUZ, CONCHITAS, PLAZA DEL SOL, TREN LIGERO	1 unidad / 6 minutos	1 unidad / 17 minutos	1 unidad / 10 minutos
61	15879.667	URDUNETA, ABASTO, STA. CRUZ, JUAN DE LA BARRERA, JUNTAS, LOPEZ DE LA DEGASPI, RASTRO, PREPA 5, CLINICA 34, MIRAVALLE, CARRETERA ANTIGUA DE CHAPALA, GOBERNADOR CURIEL, 5 DE MAYO	1 unidad / 10 minutos	1 unidad / 12 minutos	1 unidad / 60 minutos
54A	27543.981	LAS PINTAS, JUAN DE LA BARRERA, MIRAVALLE, PLAZA LAS TORRES, CENTRO, LA CIMA, EL VERDE, CONCHITAS, 2 TEMPLOS, EL CASTILLO	1 unidad / 18 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 60 minutos
A06	4448.532	ESCULTURAS, EL VERGEL	1 unidad / 16 minutos	1 unidad / 8 minutos	1 unidad / 60 minutos
A09	9781.998	ESCULTURAS, EL CARMEN	1 unidad / 48 minutos	1 unidad / 30 minutos	1 unidad / 60 minutos
A08	13483.563	ESCULTURAS, QUINTAS DEL VALLE	1 unidad / 17 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 30 minutos
A20	14184.147	SANTA FE, FRAY ANGELICO	1 unidad / 17 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 10 minutos
623 Santa Cruz	17495.211	SANTA CRUZ, PALOMAR, LALA, VILLA FONTANA, SOLIDARIDAD, SAUZ, 8 DE JULIO, ARBOLEDAS, HUIZACHERA	1 unidad / 8 minutos	1 unidad / 8 minutos	1 unidad / 8 minutos
623 Aqua	23076.358	AQUA, POLANCO, PERIFERICO, TESORO, COLON, MASECA, CHULAVISTA, TREN LIGERO, CANTAROS, AUTODROMO	1 unidad / 13 minutos	1 unidad / 9 minutos	1 unidad / 12 minutos
623 Cantaros	16624.187	CANTAROS DIRECTO, VILLAS, TREN LIGERO, MASECA, CHULAVISTA, POLANCO, TESORO, REAL DEL SOL	1 unidad / 10 minutos	1 unidad / 7 minutos	1 unidad / 9 minutos
623 Valle Dorado	22486.66	MASECA, VALLE DORADO, CHULAVISTA, ABASTOS, POLANCO, AUTODROMO, PERIFERICO, TREN LIGERO, CANTAROS	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 15 minutos
187	37636.553	CLINICA 180, ALAMO, CENTRAL NUEVA, TLAJOMULCO, CIMAS DEL SOL, LOMAS DEL SUR, ALAMOS, PINTAS, PERIFERICO, AQUA, CANTAROS, LA NORIA, VALLE DE LOS ENCINOS, MIRADOR, CHULAVISTA	1 unidad / 5 minutos	1 unidad / 4 minutos	1 unidad / 8 minutos
187B	34445.458	CLINICA 180, LOMAS DEL SUR, TLAJOMULCO, CENTRAL NUEVA, SANTA FE, SANTA CRUZ, CANTAROS, AQUA, ALAMO, PINTAS, LOMAS DE TEJEDA, EUCALIPTO	1 unidad / 12 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 10 minutos
176 Robles	30220.444	ROBLES, DOS TEMPLOS	1 unidad / 10 minutos	1 unidad / 10 minutos	1 unidad / 9 minutos
176A Chulavista	29338.086	CHULAVISTA, DOS TEMPLOS	1 unidad / 14 minutos	1 unidad / 12 minutos	1 unidad / 12 minutos
A19	20151.489		1 unidad / 10 minutos	1 unidad / 6 minutos	1 unidad / 12 minutos
619 Amarillo Cantaros	26495.163	CHULAVISTA, CENTRAL NUEVA, CLINICA 180, SANTA FE, MULTIPLAZA, CHAPALA, CANTAROS	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 15 minutos
619 Amarillo Clouster	28114.231	CHULAVISTA, CENTRAL NUEVA, CLINICA 180, SANTA FE, MULTIPLAZA, CHAPALA, X CLOUSTER	1 unidad / 10 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 10 minutos
619 Rojo Via 1	43818.515	SAN AGUSTIN, PALOMAR, SANTA FE, SANTA ANITA, SAN SEBASTIAN, CHULAVISTA, TREN LIGERO, CLINICA 181, 8 DE JULIO, CENTRO SUR, ADOLF HORN, NUEVA GALICIA, LOPEZ MATEOS	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 15 minutos
620 Rojo Via 2	41906.081	SAN AGUSTIN, PALOMAR, SANTA FE, SANTA ANITA, SAN SEBASTIAN, CHULAVISTA, TREN LIGERO, CLINICA 181, 8 DE JULIO, CENTRO SUR, ADOLF HORN, NUEVA GALICIA, LOPEZ MATEOS	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 15 minutos
CHAPALA	24354.979	MASECA, CANTAROS, CENTRO, AQUA, TREN LIGERO, CHULAVISTA, TLAJOMULCO, CENTRO SUR	1 unidad / 33 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 30 minutos
383	26060.216	TREN LIGERO SUR, LAS FUENTES, VALLE DE TEJADA, ENCINOS, CLINICA 180, SAN SEBASTIAN, VALLE DORADO, AV CONCEPCION	1 unidad / 13 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 15 minutos
171	28952.162	PINTAS, DOSTEMPLOS, SANTA FE, SANTA CRUZ DEL VALLE, ALAMEDAS, HIZACHERA	1 unidad / 11 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 9 minutos
50A	30438.015	PLAZA LAS TORRES, PERIFERICO, CHULAVISTA, 8 DE JULIO, ADOLF HORN, CENTRO, CLINICA 46, 2 TEMPLOS, POLANCO, CLINICA 180, VALLE DORADO, SORIANA, CHEDRAUI	1 unidad / 11 minutos	1 unidad / 9 minutos	1 unidad / 15 minutos
1A Clínica 180	18263.58	PERIFERICO, 8 DE JULIO, CLINICA 180, VALLE DE LOS ENCINOS, LA FORTUNA, LOS ROBLES, LOMAS DEL SOL, CENTRO SUR, SAN MIGUEL, VILLA FONTANA, LOMA DEL SUR	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 12 minutos
1A Fortuna	19096.692	FORTUNA, 8 DE JULIO	1 unidad / 23 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 20 minutos
175A-C14	23593.924	TLAJOMULCO, LOMAS DEL SUR, POLANCO, SAN SEBASTIAN, 2 TEMPLOS, CIMAS DEL SOL	1 unidad / 14 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 10 minutos
186 San Sebastian	23041.614	SAN SEBASTIAN, TREN LIGERO	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 15 minutos
186 Lopez Mateos	27792.437	LOPEZ MATEOS, TREN LIGERO	1 unidad / 3 minutos	1 unidad / 5 minutos	1 unidad / 48 minutos
186 Central Vieja	38906.26	SAN MIGUEL, CAJITILAN	1 unidad / 6 minutos	1 unidad / 4 minutos	1 unidad / 10 minutos

Fuente: Elaboración propia

En el *Mapa 50* se muestran las 34 rutas analizadas, las cuales conectan de forma norte - sur al Área Metropolitana de Guadalajara. Se observa que, con excepción de la carretera Chapala – Guadalajara, todas las vías hacia la zona sur del AMG están cubiertas por diferentes rutas de transporte público.

**Mapa 50 Recorridos de las rutas**



<p>⇄ TRAZO LINEA 4</p> <p>RUTA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>171</li> <li>175A-C14</li> <li>176 CHULAVISTA</li> <li>176 ROBLES</li> <li>186 CENTRAL VIEJA</li> <li>186 LOPEZ MATEOS</li> <li>186 SAN SEBASTIAN</li> <li>187</li> <li>187B</li> <li>1A CLINICA 180</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1A FORTUNA</li> <li>383</li> <li>50A</li> <li>54A</li> <li>61</li> <li>619 AMARILLO CANTAROS</li> <li>619 AMARILLO CLUSTER</li> <li>619 ROJA VIA 1</li> <li>619 ROJA VIA 2</li> <li>623 AQUA</li> <li>623 SANTA CRUZ</li> <li>623A CANTAROS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>623A VALLE DORADO</li> <li>645 ARBOLEDAS</li> <li>645 CONCHITAS</li> <li>645 FASE 6</li> <li>645 LOMAS DEL MIRADOR</li> <li>645 PREPA</li> <li>A06</li> <li>A08</li> <li>A09</li> <li>A19</li> <li>A20</li> <li>CHAPALA</li> </ul>
---	---	---

Fuente: Elaboración propia

▪ **Rutas en el área de influencia del estudio**

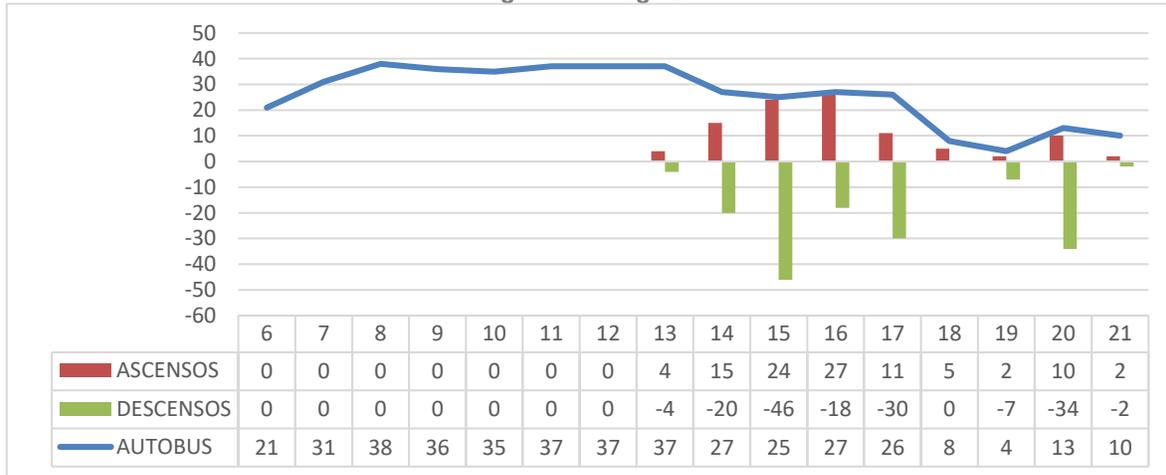
En el mapa se muestran las rutas que se encuentran dentro de los radios de influencia de 500 metros alrededor de las estaciones para la toma de información de transporte público.

A partir de estas estaciones se podrá definir la demanda de transporte público del sistema, debido a que circulan con dirección sur – norte y viceversa, como se muestra en el *Mapa 51*.



mayor afluencia de unidades al presentarse 38 de ellas las cuales lograron una frecuencia de paso de una unidad cada 2 minutos y llevaron a bordo a 714 pasajeros.

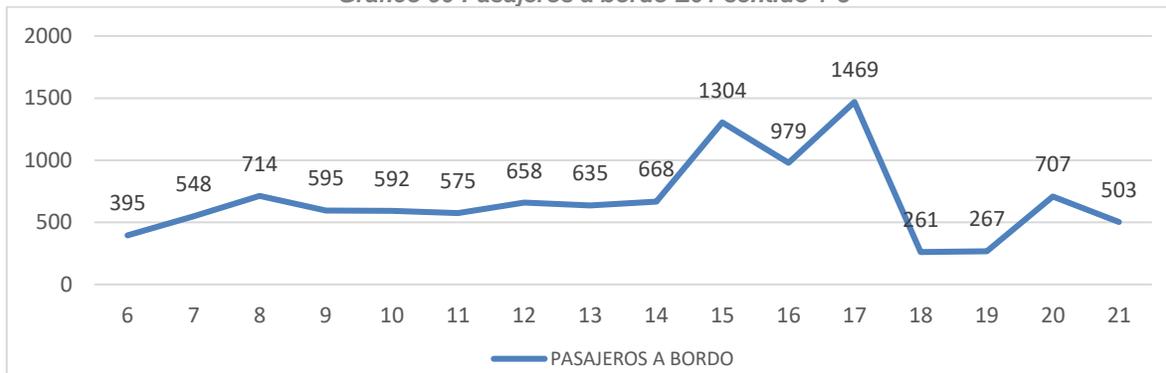
**Gráfico 89 Polígono de carga E01 sentido 1- 3**



Fuente: Elaboración propia

La hora de mayor demanda de transporte del movimiento se ubicó entre las 17:00h y 18:00h con un total de 1,469 pasajeros, como se muestra en el **Gráfico 90**. Estos pasajeros se movieron a bordo de 26 unidades, las cuales tuvieron una frecuencia de paso de una unidad cada 3 minutos y una ocupación visual promedio del 60%.

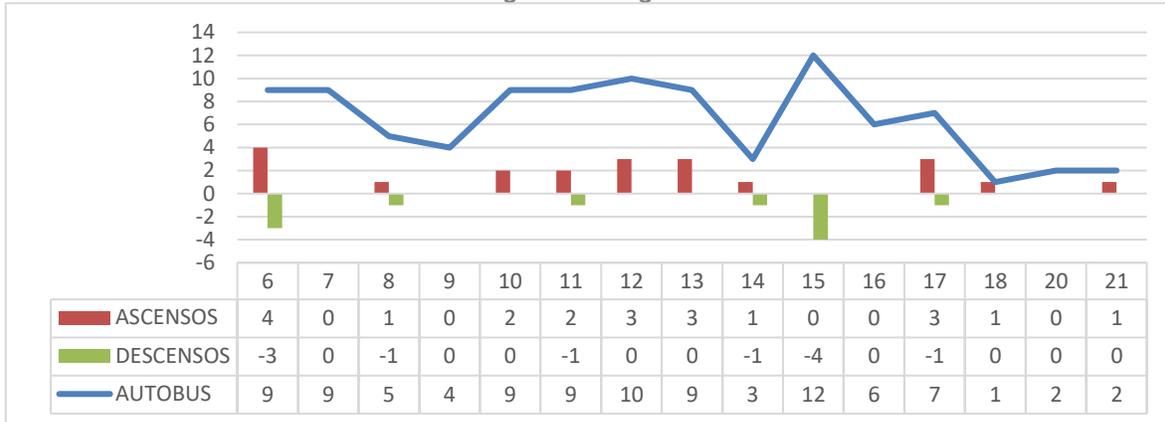
**Gráfico 90 Pasajeros a bordo E01 sentido 1-3**



Fuente: Elaboración propia

El polígono de carga del movimiento con dirección sur – norte se muestra en el **Gráfico 91**, en donde se registró el tránsito de 97 unidades, las cuales transportaron a 975 pasajeros durante todo el día. El periodo con mayor afluencia de unidades se ubicó entre las 15:00h y 16:00h con la presencia de 12 unidades, las cuales tuvieron una frecuencia de paso de una unidad cada 5 minutos y llevaron a bordo a 112 pasajeros.

Gráfico 91 Polígono de carga E01 sentido 3-1



Fuente: Elaboración propia

El periodo de mayor demanda de transporte del movimiento se ubicó entre las 15:00h y 16:00h con la presencia de 112 pasajeros, los cuales transitaron por la estación a bordo de 12 unidades, las cuales tuvieron una frecuencia de paso de una unidad cada 5 minutos y una ocupación visual promedio del 10%. En este movimiento coinciden la hora de mayor afluencia de unidades y de mayor afluencia de pasajeros.

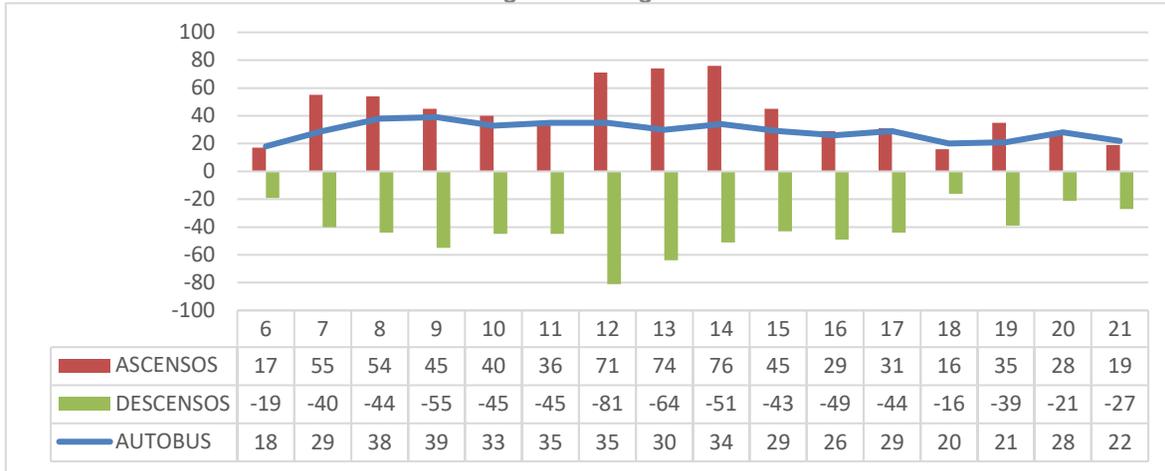
Gráfico 92 Pasajeros a bordo E01 sentido 3-1



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 93 se muestra el polígono de carga del movimiento oriente – norte de la estación, en el cual se registró el tránsito de 466 unidades, las cuales transportaron a 15,863 pasajeros durante todo el día. Entre las 9:00h y las 10:00h se registró la hora con mayor presencia de unidades con el registro de 39 de ellas, las cuales tuvieron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 2 minutos y llevaron a bordo a 1.362 pasajeros.

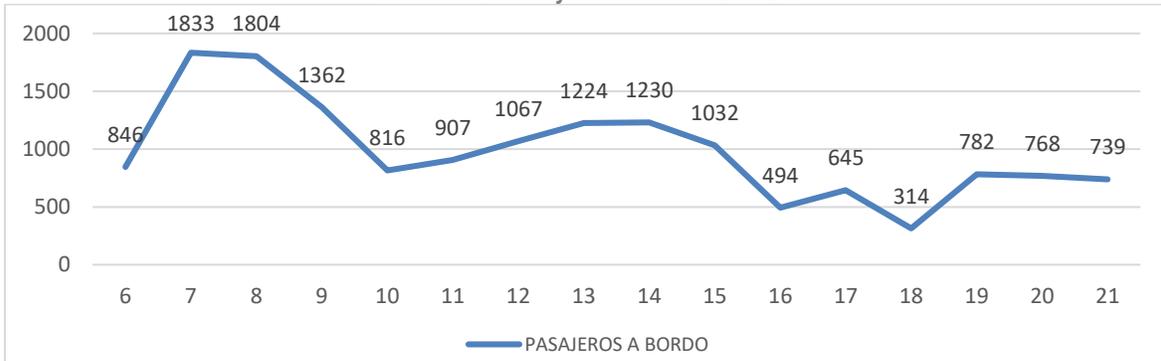
Gráfico 93 Polígono de carga E01 sentido 2-1



Fuente: Elaboración propia

Entre las 7:00h y las 8:00h se presentó la hora con mayor demanda de pasajeros del movimiento con una afluencia de 1,833 pasajeros, los cuales circularon a bordo de 29 unidades, las cuales obtuvieron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 3 minutos y una ocupación visual promedio del 80%.

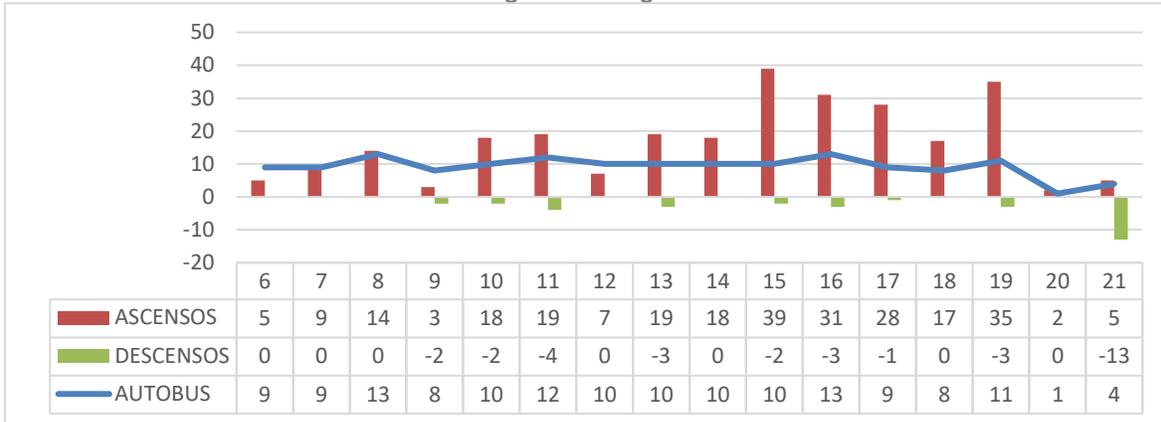
Gráfico 94 Pasajeros a bordo E01 2-1



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 95 se muestra el polígono de carga del movimiento con dirección poniente – oriente de la estación, el cual registró el tránsito de 147 unidades, las cuales llevaron a bordo a 3,407 pasajeros a lo largo del día. Se observa que los ascensos incrementan en el periodo vespertino y alcanzan los 39 ascensos a las 15:00h. Entre las 16:00h y las 17:00h se ubicó el periodo con mayor afluencia de unidades con la presencia de 13 de ellas, las cuales tuvieron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 5 minutos y llevaron a bordo a 311 pasajeros.

Gráfico 95 Polígono de carga E01 sentido 4-2



Fuente: Elaboración propia

El periodo de mayor demanda de pasajeros se ubicó entre las 19:00h y 20:00h, en donde se presentaron 543 pasajeros, los cuales transitaron a bordo de 11 unidades, las cuales tuvieron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 5 minutos y una ocupación visual promedio del 60%.

Gráfico 96 Pasajeros a bordo E01 sentido 4-2



Fuente: Elaboración propia

▪ **E02 Fray Angélico – Prolongación Gobernador Curiel**

En la estación se consideraron dos movimientos direccionales para la toma de información de transporte público. En la estación se registró un aforo de 321 unidades durante todo el periodo, las cuales tuvieron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 3 minutos. A partir de su ocupación visual se determinó que en la estación transitaban aproximadamente 31,115 pasajeros a bordo.

En el *Gráfico 97* se muestra el polígono de carga del sentido sur – norte, el cual registró 148 unidades y 2,296 pasajeros durante todo el periodo. El periodo con mayor oferta de unidades se encontró entre las 16:00h y 17:00h con 16 unidades, las cuales tuvieron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 4 minutos y llevaron a bordo a 176 pasajeros.

**Gráfico 97 Polígono de carga E02 sentido 3-1**



Fuente: Elaboración propia

El periodo de mayor demanda de transporte del movimiento se encontró entre las 8:00h y 9:00h, en donde se registró un total de 298 pasajeros, como se puede ver en el **Gráfico 98**. Estos pasajeros se movieron en 15 unidades de transporte con una frecuencia de paso de una unidad cada 4 minutos y una ocupación visual promedio del 20%.

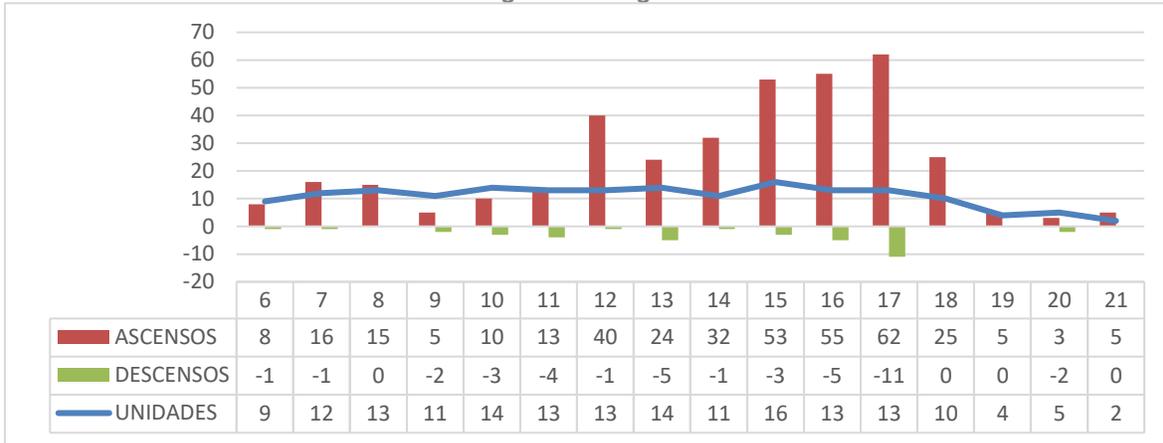
**Gráfico 98 Pasajeros a bordo E02 sentido 3-1**



Fuente: Elaboración propia

El polígono de carga del sentido poniente – oriente se muestra en el **Gráfico 99**, en donde se registraron 173 unidades que transportaron a 2,474 pasajeros durante todo el periodo. La hora con mayor presencia de unidades se encontró entre las 15:00h y 16:00h con 16 unidades, teniendo una frecuencia de paso de una unidad cada 4 minutos y transportaron 251 pasajeros.

Gráfico 99 Polígono de carga E02 sentido 4-2



Fuente: Elaboración propia

El periodo de mayor demanda de transporte del movimiento se encontró entre las 15:00h y las 16:00h, en donde se registró un total de 251 pasajeros, como se puede ver en el **Gráfico 100**. Estos pasajeros se movieron en 16 unidades de transporte con una frecuencia de paso de una unidad cada 4 minutos con una ocupación visual promedio del 10%. En este movimiento la hora con mayor presencia de unidades coincide con la mayor presencia de pasajeros.

Gráfico 100 Pasajeros a bordo E02 sentido 4-2



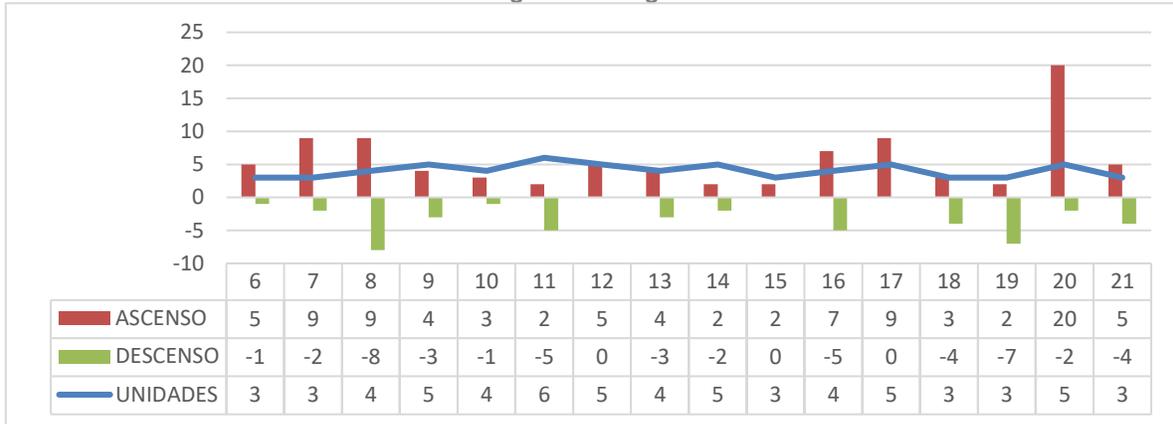
Fuente: Elaboración propia

▪ **E04 Ferrocarril – Artesanos**

En la estación entre Ferrocarril y Artesanos fueron considerados cuatro movimientos para levantar la información de transporte público, en donde se registró el tránsito de 297 unidades durante el estudio, con una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 3 minutos. Estas unidades transportaron a un aproximado de 7,665 pasajeros.

El polígono de carga del sentido norte – sur se muestra en el **Gráfico 101**, el cual registró el tránsito de 65 unidades que transportaron a 2,099 pasajeros durante todo el periodo. El periodo con mayor oferta de unidades se registró entre las 11:00h y 12:00h con la presencia de 6 unidades, las cuales tuvieron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 10 minutos y transportaron a 262 pasajeros.

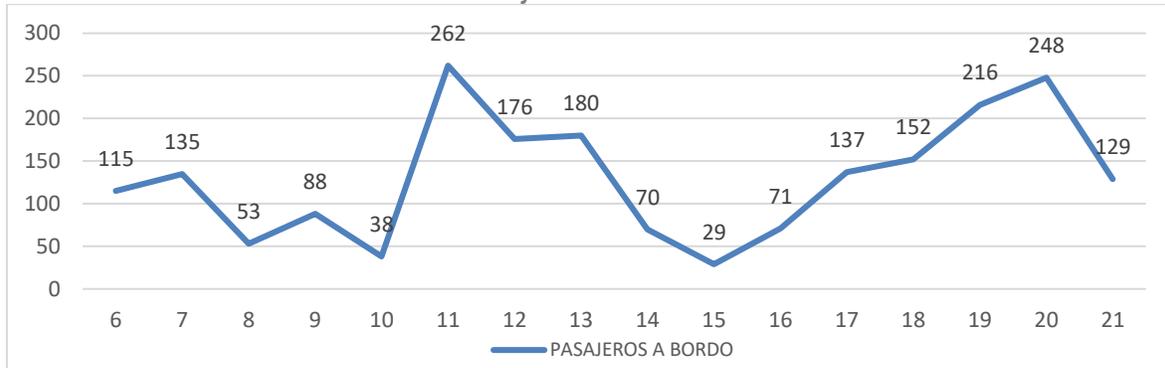
**Gráfico 101 Polígono de carga E04 sentido 1-3**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 102** se muestra la hora de mayor demanda de pasajeros del movimiento, entre las 11:00h y 12:00h, con la presencia de 262 pasajeros a bordo de 6 unidades, las cuales obtuvieron una frecuencia de paso de una unidad cada 10 minutos y una ocupación visual promedio de ocupación visual del 40%. En este movimiento coinciden el número máximo de unidades con el número máximo de pasajeros.

**Gráfico 102 Pasajeros a bordo E04 sentido 1-3**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 103** se muestra el polígono de carga para el movimiento con dirección sur – norte, el cual registró el tránsito de 70 unidades que transportaron a 1.876 pasajeros durante todo el día. El periodo con mayor oferta de unidades se registró entre las 7:00h y 8:00h, con la presencia de 7 unidades, las cuales tuvieron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 10 minutos y transportaron a 162 pasajeros.

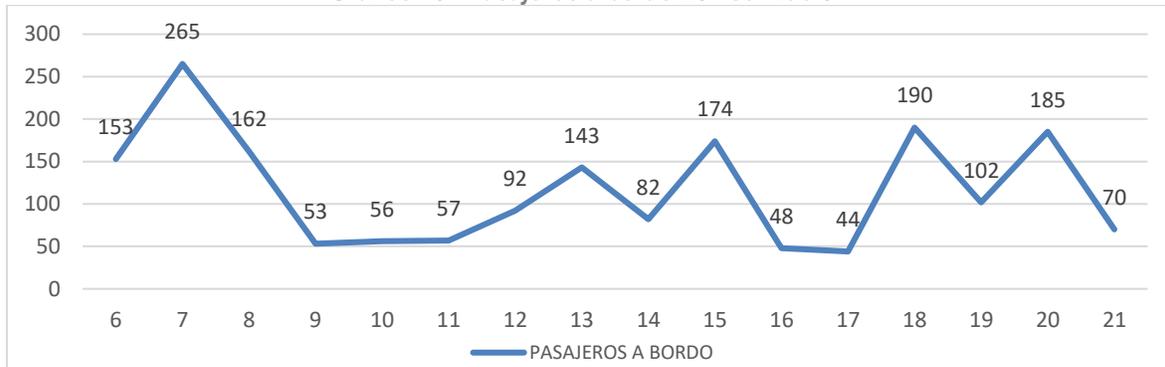
**Gráfico 103 Polígono de carga E04 sentido 3-1**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 104** se muestra el comportamiento de los pasajeros en el movimiento sur – norte, en donde se observa que entre las 7:00h y 8:00h se encontró el periodo de mayor demanda de pasajeros con el tránsito de 265 de ellos a bordo de cuatro unidades, con una frecuencia de paso de una unidad cada 15 minutos con una ocupación visual promedio del 80%.

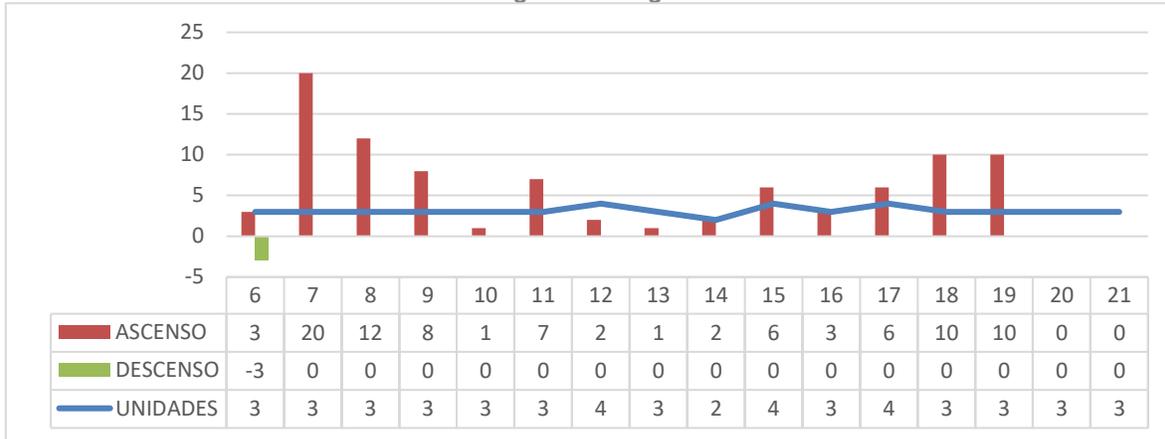
**Gráfico 104 Pasajeros a bordo E04 sentido 3-1**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 105** se muestra el polígono de carga para el movimiento con dirección oriente – poniente de la estación, el cual registró el tránsito de 50 unidades que movieron a 800 pasajeros durante todo el periodo. La hora con mayor oferta de unidades se ubicó entre las 17:00h y las 18:00h con 4 unidades, con una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 15 minutos, que transportaron a 50 pasajeros.

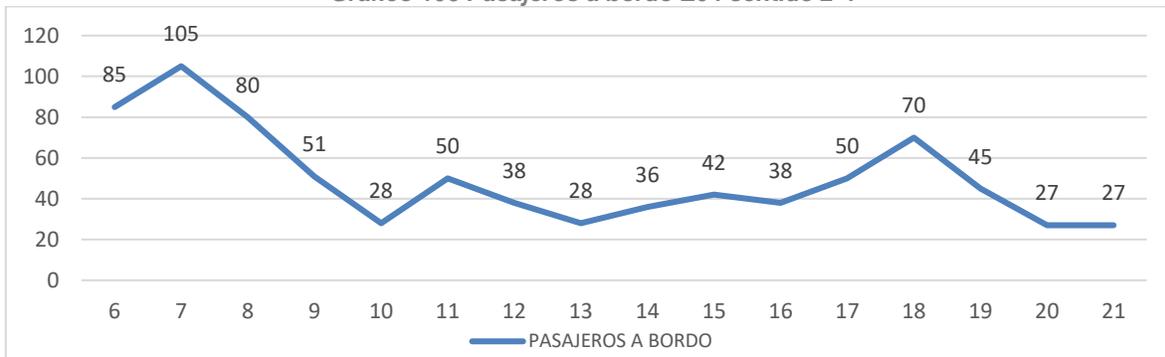
**Gráfico 105 Polígono de carga E04 sentido 2-4**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 106** se muestra el comportamiento de los pasajeros en el sentido oriente – poniente, en donde se observa que el periodo de mayor demanda del movimiento se ubicó en el periodo matutino, entre las 7:00h y 8:00h con la presencia de 105 pasajeros a bordo de 3 unidades de transporte público con un promedio de ocupación visual del 40%.

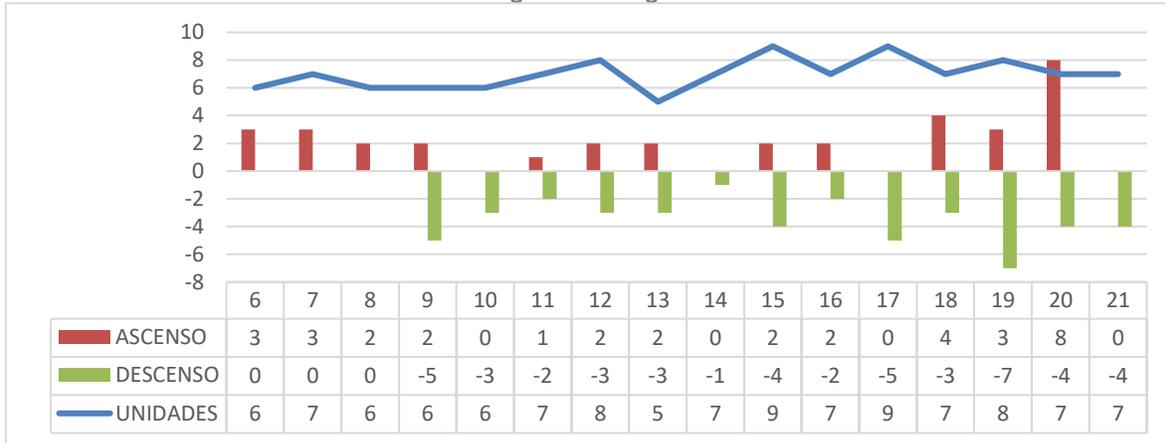
**Gráfico 106 Pasajeros a bordo E04 sentido 2-4**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 107** se muestra el polígono de carga para el movimiento con sentido poniente – oriente de la estación, en el cual se registró el tránsito de 112 unidades, que transportaron a 2,890 pasajeros durante todo el periodo. La hora de mayor oferta de unidades se localizó entre las 15:00h y 16:00h con la presencia de 9 unidades, una frecuencia de paso de una unidad cada 10 minutos, que transportaron a 203 pasajeros.

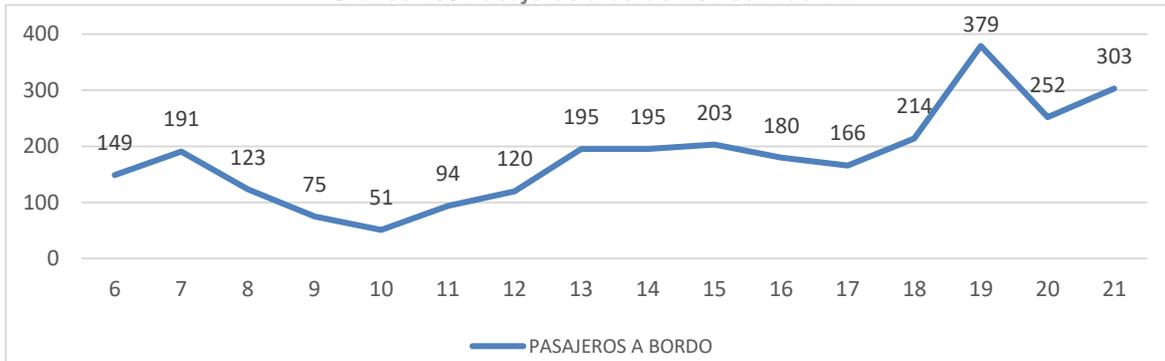
Gráfico 107 Polígono de carga E04 sentido 4-2



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 108** se puede ver el comportamiento de los pasajeros a bordo del movimiento poniente – oriente, en donde se observa que la hora de mayor demanda se ubicó en el periodo vespertino, entre las 19:00h y 20:00 con la presencia de 379 pasajeros a bordo de 8 unidades, las cuales obtuvieron una frecuencia de paso de una unidad cada 8 minutos y un promedio de ocupación visual del 60%.

Gráfico 108 Pasajeros a bordo E04 sentido 4-2



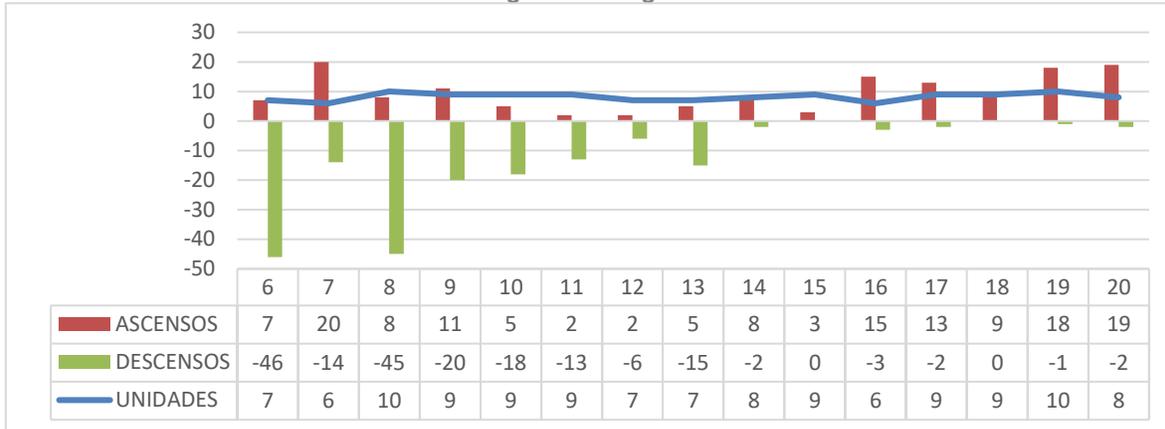
Fuente: Elaboración propia

▪ **E05 Periférico Sur – Ferrocarril**

En esta estación fueron considerados cuatro movimientos direccionales para la recolección de información requerida de transporte público. La estación registró el tránsito de 1,852 unidades durante las 16 horas con una frecuencia promedio de dos unidades por minuto. Las unidades registraron a 76,535 pasajeros a bordo.

El polígono de carga del movimiento con dirección norte – sur de la estación se muestra en el **Gráfico 109**, en donde se observa que durante todo el periodo transitaron 123 unidades que transportaron a 4,231 pasajeros. La hora con mayor oferta de unidades se encontró entre las 19:00h y las 20:00h con la presencia de 10 unidades, con una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 6 minutos, las cuales llevaron a bordo a 680 pasajeros.

**Gráfico 109 Polígono de carga E05 sentido 1-3**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 110** se muestra el comportamiento de los pasajeros a bordo del movimiento norte – sur, en donde se observa que la hora de mayor demanda de pasajeros se ubicó en el periodo vespertino, entre las 19:00h y 20:00h con la presencia de 680 pasajeros a bordo de 10 unidades, las cuales alcanzaron una frecuencia de paso de una unidad cada 6 minutos y una ocupación visual promedio del 80%. En este movimiento coinciden los periodos con el máximo número de unidades y el número máximo de pasajeros a bordo.

**Gráfico 110 Pasajeros a bordo E05 sentido 1-3**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 111** se muestra el polígono de carga del movimiento con sentido norte – sur en la estación, el cual registró el tránsito de 231 unidades que llevaron a bordo a 7,764 pasajeros durante todo el periodo. Entre las 16:00h y las 17:00h se encontró la mayor oferta de unidades de transporte público con la presencia de 29 de ellas, las cuales tuvieron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 3 minutos y transportaron a 787 pasajeros.

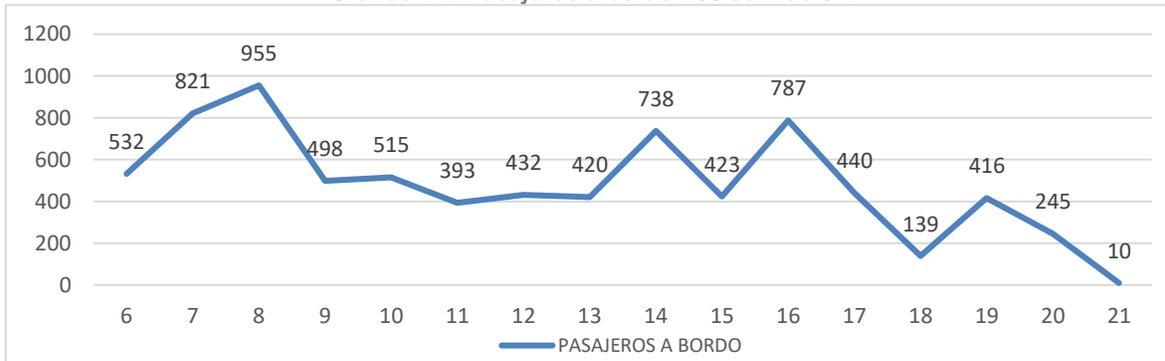
**Gráfico 111 Polígono de carga E05 sentido 3-1**



Fuente: Elaboración propia

El comportamiento de los pasajeros a bordo sobre el sentido sur – norte se muestra en el **Gráfico 112**, en donde se puede observar que la hora de mayor demanda de pasajeros se ubicó entre las 8:00h y las 9:00h con la presencia de 955 pasajeros a bordo de 17 unidades con una frecuencia de paso de una unidad cada 4 minutos y una ocupación visual promedio del 40%.

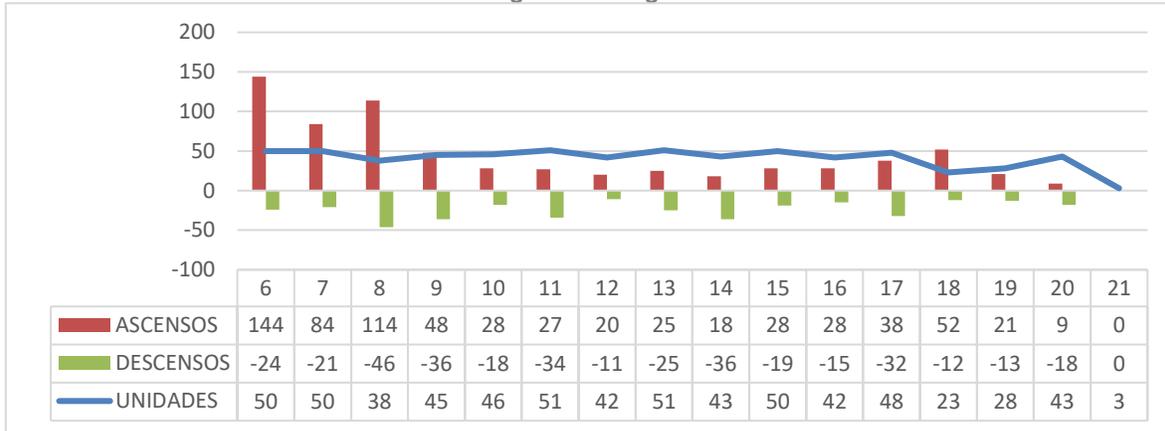
**Gráfico 112 Pasajeros a bordo E05 sentido 3-1**



Fuente: Elaboración propia

El polígono de carga para el movimiento oriente – poniente de la estación se puede ver en el **Gráfico 113**, en donde se registró el tránsito de 653 unidades que llevaron a bordo a 27,507 pasajeros durante todo el periodo. La hora de mayor oferta de unidades se encontró entre las 13:00h y las 14:00h con la presencia de 51 unidades, con una frecuencia de paso de una unidad por minuto, las cuales llevaron a bordo a 1,728 pasajeros.

**Gráfico 113 Polígono de carga E05 sentido 2-4**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 114** se muestra el comportamiento de los pasajeros de la estación con el sentido oriente – poniente, en donde se observa que la hora de mayor demanda de pasajeros se ubica en el periodo matutino, entre las 7:00h y las 8:00h con la presencia de 2,870 pasajeros, los cuales transitaron a bordo de 50 unidades, las cuales alcanzaron una frecuencia de paso de una unidad cada minuto con una ocupación visual promedio del 60%.

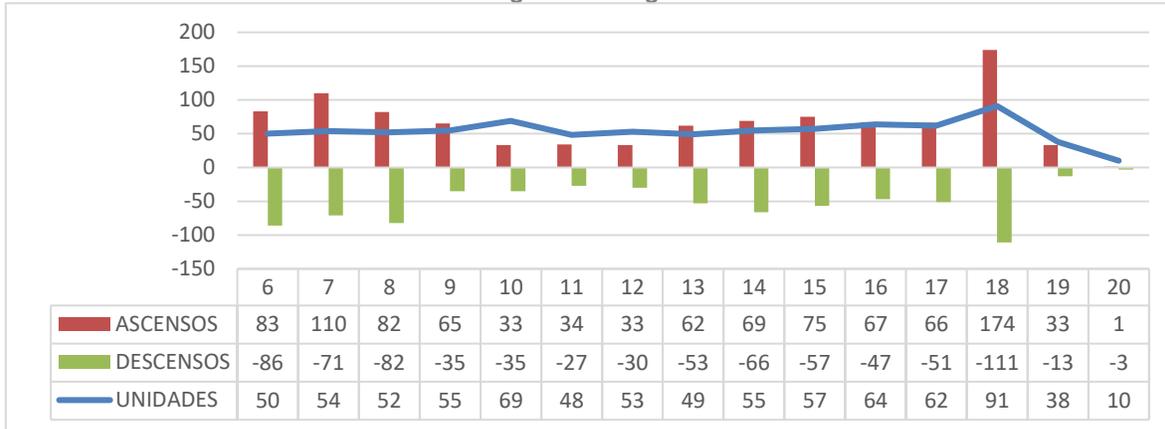
**Gráfico 114 Pasajeros a bordo E05 sentido 2-4**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 115** se muestra el polígono de carga para el movimiento poniente – oriente de la estación, la cual registró el tránsito de 845 unidades que transportaron a 37,033 pasajeros durante todo el periodo. Entre las 18:00h y las 19:00h se registró el periodo de mayor oferta de unidades con la presencia de 91 de ellas, las cuales tuvieron una frecuencia de paso promedio de 2 unidades por minuto y transportaron a 4,806 pasajeros.

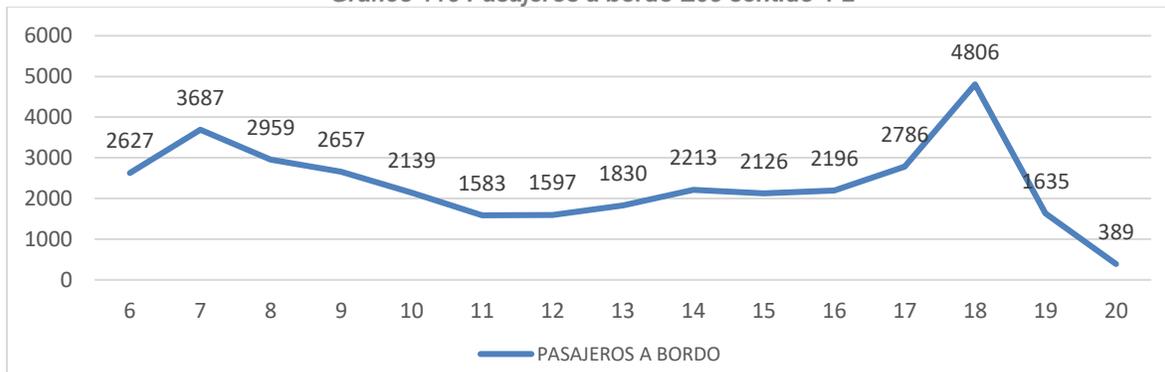
Gráfico 115 Polígono de carga E05 sentido 4-2



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 116** se muestra el comportamiento de los pasajeros a bordo de la estación sobre el movimiento poniente – oriente, en donde se observa que el periodo de mayor demanda se encontró en el periodo vespertino, entre las 18:00h y 19:00h con la presencia de 4,806 pasajeros a bordo de 91 unidades, las cuales tuvieron una frecuencia de paso promedio de dos unidades por minuto con una ocupación visual promedio del 60%. En este movimiento coinciden los periodos con mayor número de unidades y pasajeros a bordo.

Gráfico 116 Pasajeros a bordo E05 sentido 4-2



Fuente: Elaboración propia

▪ **E06 Ferrocarril - La Paz**

En la estación se consideraron dos movimientos direccionales para la obtención de la información de transporte público. La estación registró el tránsito de 471 unidades durante las 16 horas con una frecuencia de paso promedio de una unidad cada minuto. A partir del estudio de ocupación visual se encontró que las unidades transportaron aproximadamente a 19,671 personas.

En el **Gráfico 117** se muestra el polígono de carga del movimiento norte – sur de la estación. En este movimiento se registró el tránsito de 238 unidades, las cuales llevaron a bordo a 10,891 pasajeros durante todo el periodo. Entre las 19:00h y las 20:00h se registró el periodo con mayor oferta de transporte público, con la presencia de 20 unidades, las cuales

tuvieron una frecuencia de paso de una unidad cada 3 minutos y llevaron a bordo a 1,573 pasajeros.

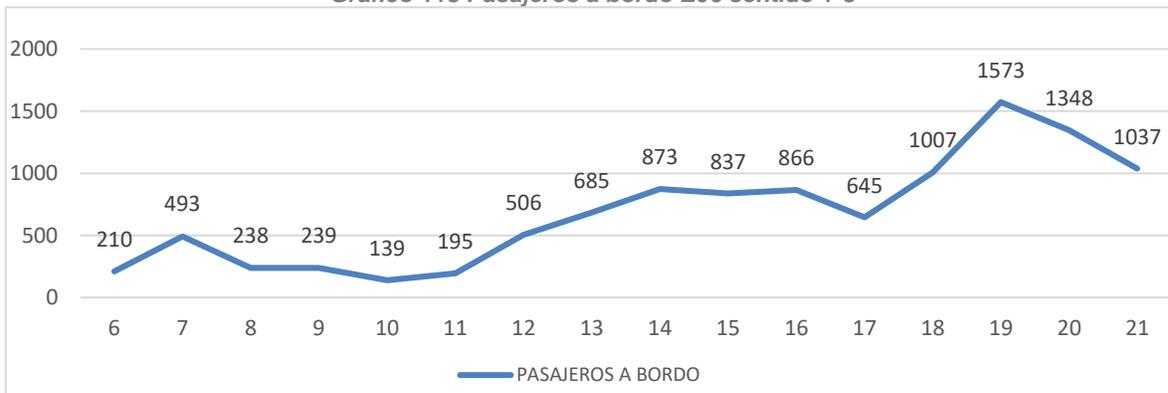
**Gráfico 117 Polígono de carga E06 sentido 1-3**



Fuente: Elaboración propia

El comportamiento de los pasajeros a bordo en la estación sobre el movimiento norte – sur se muestra en el **Gráfico 118**, en donde se observa también que la hora de mayor demanda de transporte se ubicó entre las 19:00h y 20:00h con la presencia de 1,573 pasajeros a bordo de 20 unidades, que alcanzaron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 3 minutos y una ocupación visual promedio del 100%. En este movimiento coinciden los periodos con mayor presencia de unidades y de pasajeros a bordo.

**Gráfico 118 Pasajeros a bordo E06 sentido 1-3**



Fuente: Elaboración propia

El **Gráfico 119** muestra el polígono de carga del movimiento sur – norte de la estación, el cual registró el tránsito de 233 unidades, las cuales llevaron a bordo a 8,780 pasajeros durante todo el periodo. Entre las 20:00h y las 21:00h se registró el mayor número de unidades con la presencia de 18 con una frecuencia de paso de una unidad cada 3 minutos, las cuales transportaron a 302 pasajeros.

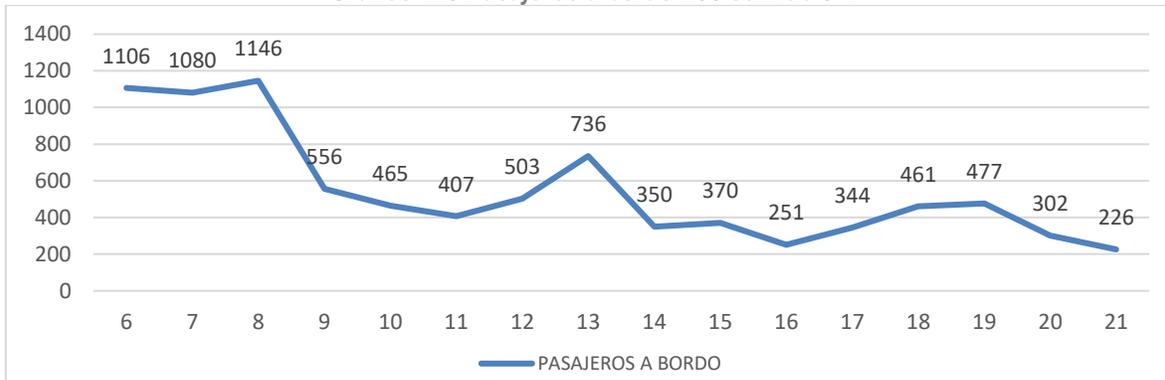
**Gráfico 119 Polígono de carga E06 sentido 3-1**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 120** se observan los pasajeros en la estación sobre el movimiento sur – norte, en donde se observa que la hora de mayor demanda de transporte público se encontró, en el periodo matutino, entre las 8:00h y 9:00h con la presencia de 1,146 pasajeros, los cuales transitaron a bordo de 17 unidades, las cuales obtuvieron una frecuencia de paso de una unidad cada 3 minutos y una ocupación visual promedio del 80%.

**Gráfico 120 Pasajeros a bordo E06 sentido 3-1**



Fuente: Elaboración propia

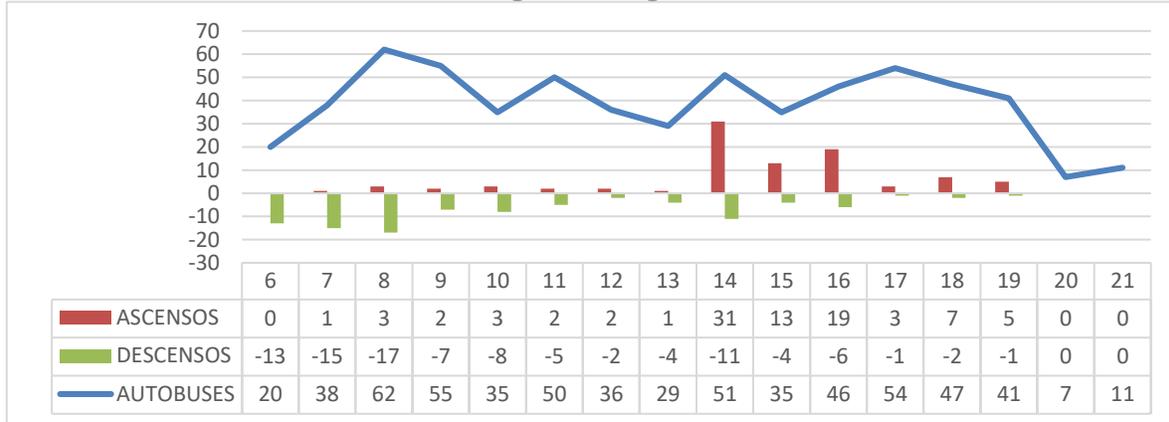
▪ **E07 Ferrocarril – Av. Adolf B. Horn**

En la estación se consideraron dos movimientos direccionales para la toma de información de transporte público. En la estación se registró el tránsito de 1,358 unidades de transporte público con una frecuencia de paso promedio de una unidad por cada minuto, La estación registró el tránsito de 57,513 pasajeros.

El polígono de carga del movimiento norte – sur de la estación se observa en el **Gráfico 121**, donde se observa que transitaron 617 unidades que transportaron a 26,842 pasajeros durante todo el periodo. Entre las 8:00h y las 9:00h se encontró la hora con mayor oferta

de unidades con la presencia de 62 de ellas, que tuvieron una frecuencia de paso promedio de una unidad por minuto y llevaron a bordo a 1,045 pasajeros.

**Gráfico 121 Polígono de carga E07 sentido 1-3**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 122** se muestra el comportamiento de los pasajeros en el movimiento norte – sur de la estación, en donde se observa que el periodo de mayor demanda de transporte se ubicó en la tarde, en especial entre las 17:00h y 18:00h, con la presencia de 4,091 pasajeros, los cuales transitaron a bordo de 54 unidades, las cuales llevaban una frecuencia de paso de una unidad cada minuto, con una ocupación visual promedio del 80%.

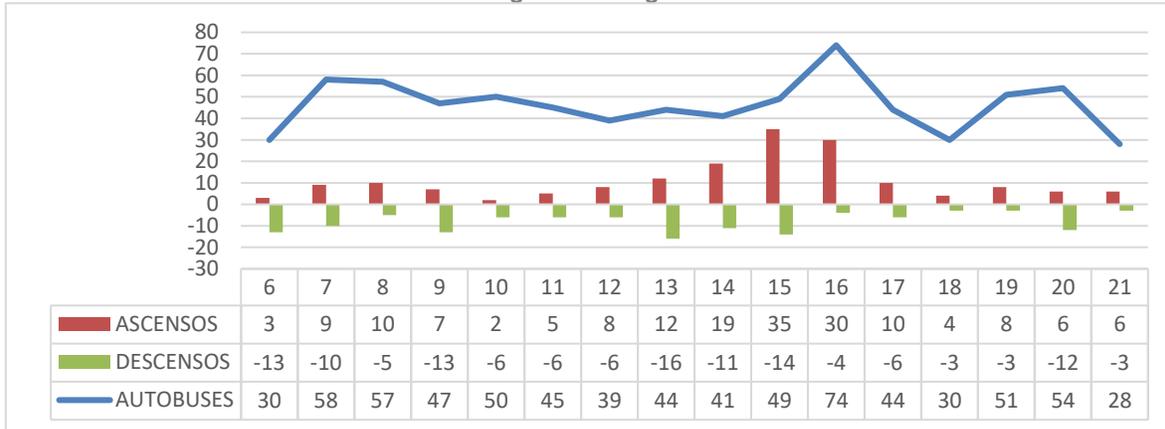
**Gráfico 122 Pasajeros a bordo E07 sentido 1- 3**



Fuente: Elaboración propia

El polígono de carga del movimiento con dirección sur – norte de la estación se muestra en el **Gráfico 123**, en donde se registró el tránsito de 741 unidades que llevaron a bordo a 30,671 pasajeros. Entre las 16:00h y las 17:00h se registró el mayor número de unidades con 74 de ellas, con una frecuencia de paso de una unidad por minuto, que transportaron a 1,593 pasajeros.

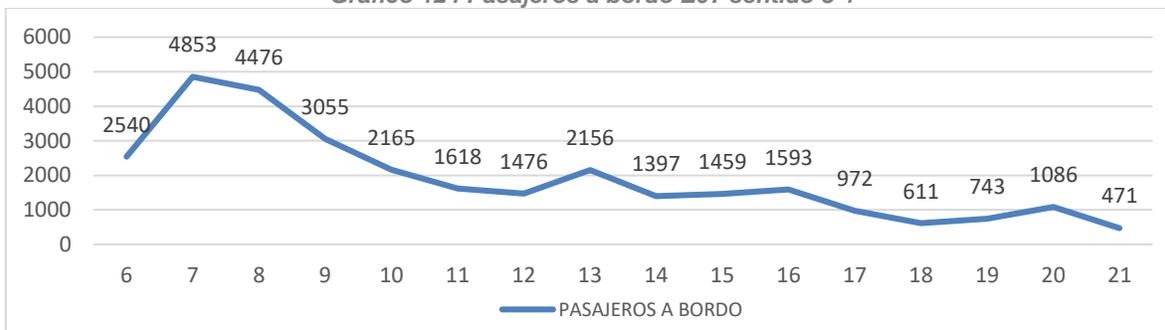
**Gráfico 123 Polígono de carga E07 sentido 3-1**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 124** se muestra el comportamiento de los pasajeros en la estación en el movimiento sur – norte, el cual presenta mayor demanda en el periodo matutino. Entre las 7:00h y 8:00h se presentó la mayor demanda con el registro de 4,853 pasajeros a bordo de 58 unidades con una frecuencia de paso promedio de una unidad por minuto, las cuales llevaban una ocupación visual promedio del 100%.

**Gráfico 124 Pasajeros a bordo E07 sentido 3-1**



Fuente: Elaboración propia

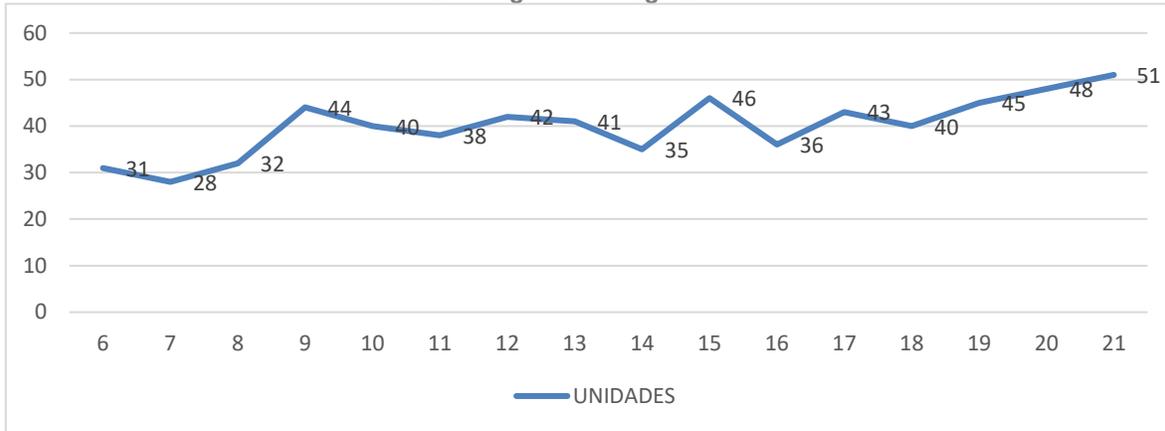
▪ **E11 Av. Concepción – De las Américas**

Para la recolección de información de transporte público fueron considerados tres movimientos direccionales, los cuales registraron el tránsito de 2,175 unidades durante todo el periodo, las cuales registraron una frecuencia de paso promedio de 2 unidades por minuto, la estación con la frecuencia de paso promedio más alta del estudio. Estas unidades transportaron a un total de 85,348 pasajeros, siendo también el número máximo de pasajeros registrados en una estación del estudio.

En el **Gráfico 125** se observa el polígono de carga del movimiento norte – sur de la estación, el cual carece de ascensos y descensos. En este movimiento se registró el tránsito de 640 unidades, las cuales transportaron a 24,481 pasajeros durante todo el periodo. Entre las 21:00h y las 22:00h se registró el mayor número de unidades con 51 unidades, las cuales

tuvieron una frecuencia de paso de una unidad por minuto y transportaron a 2,446 pasajeros.

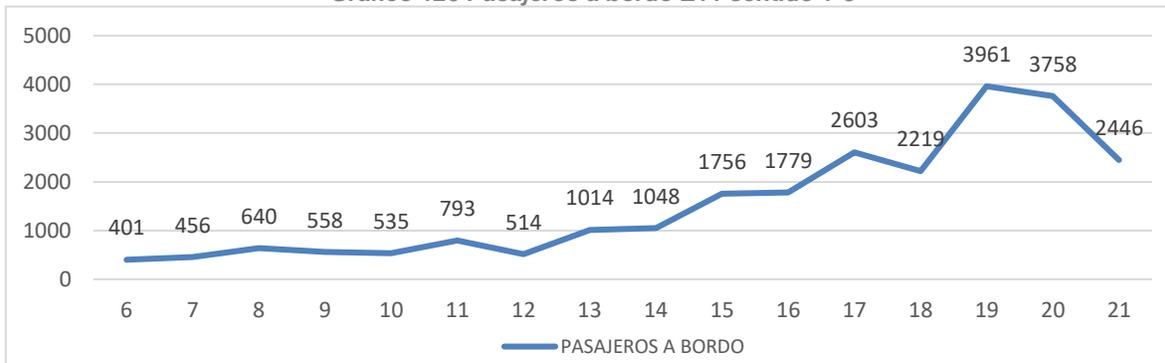
**Gráfico 125 Polígono de carga E11 sentido 1-3**



Fuente: Elaboración propia

El comportamiento de los pasajeros que transitaron en dirección norte- sur por la estación se puede ver en el **Gráfico 126**, el cual es ascendente en función del paso del día, con una hora de mayor afluencia de pasajeros entre las 19:00h y 20:00h, donde se presenciaron 3,961 de ellos, los cuales se transportaron a bordo de 45 unidades, las cuales registraron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada dos minutos y una ocupación visual promedio del 80%.

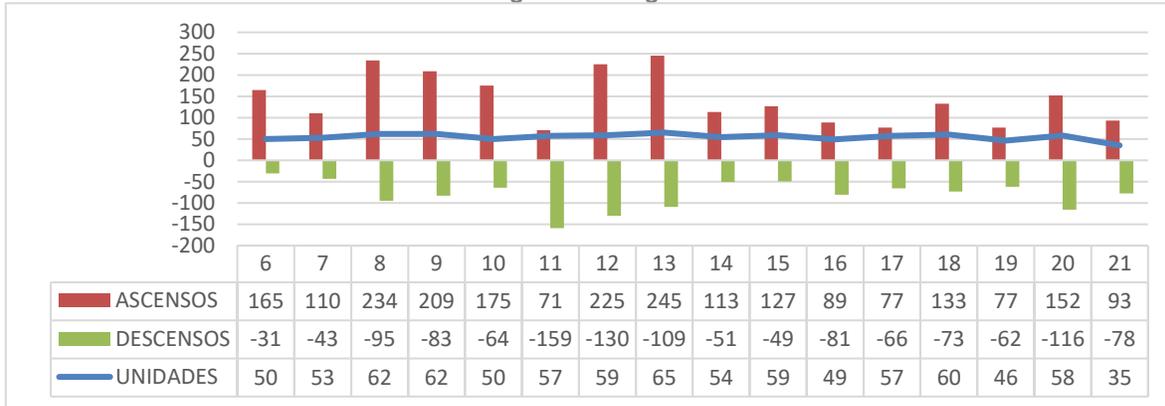
**Gráfico 126 Pasajeros a bordo E11 sentido 1-3**



Fuente: Elaboración propia

El polígono de carga del movimiento sur – norte de la estación se puede ver en el **Gráfico 127**, en donde se registró el tránsito de 741 unidades que llevaron a bordo a 30,671 unidades durante todo el periodo. Entre las 13:00h y las 14:00h se ubicó la hora de mayor oferta de unidades con la presencia de 65 unidades que tuvieron una frecuencia de paso de una unidad por minuto, las cuales transportaron a 2,884 pasajeros.

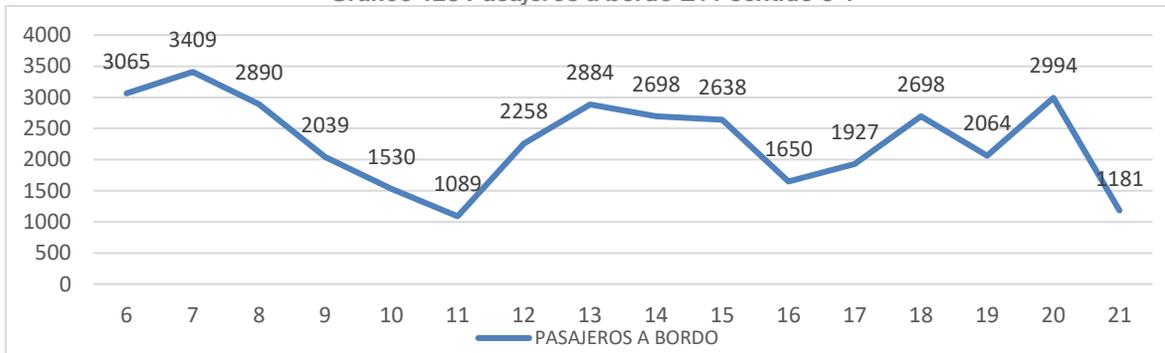
**Gráfico 127 Polígono de carga E11 sentido 3-1**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 128** se muestra el comportamiento de los pasajeros que transitaron por la estación en sentido sur – norte, en donde se observa que la hora de mayor afluencia de pasajeros se ubicó entre las 7:00h y 8:00h con la presencia de 3,409 pasajeros, los cuales circularon a bordo de 53 unidades, las cuales tuvieron una frecuencia promedio de una unidad por minuto y registraron una ocupación visual promedio del 80%.

**Gráfico 128 Pasajeros a bordo E11 sentido 3-1**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 129** se muestra el polígono de carga del movimiento oriente – poniente de la estación, en donde se registró el tránsito de 659 unidades que transportaron a 23,853 pasajeros. El periodo con mayor presencia de unidades se ubicó entre las 7:00h y 8:00h, en donde transitaron 48 unidades con una frecuencia de paso promedio de una unidad cada minuto, y llevaron a bordo a 3,937 pasajeros.

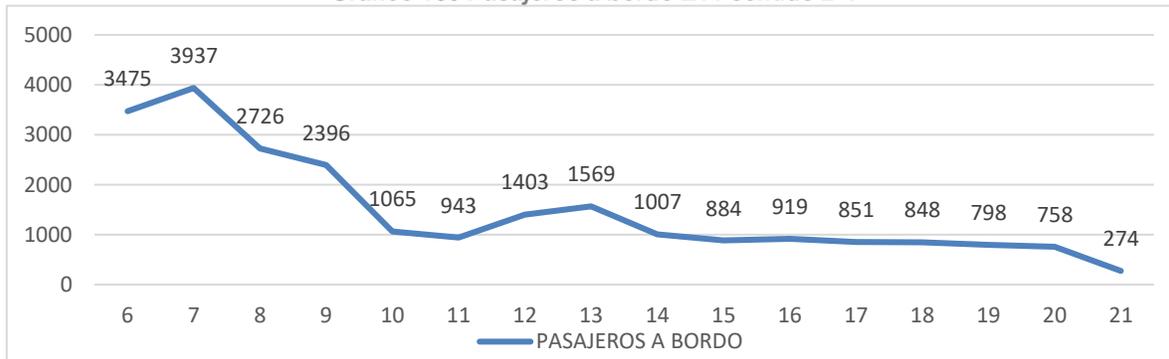
Gráfico 129 Polígono de carga E11 sentido 2-4



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 130** se muestra el comportamiento de los pasajeros a bordo que circularon por la estación en dirección oriente – poniente, los cuales tuvieron mayor afluencia durante el periodo matutino, siendo entre las 7:00h y 8:00h la hora con mayor presencia de pasajeros con 3,937 de ellos, los cuales fueron transportados a bordo de 48 unidades, alcanzando así una frecuencia de paso promedio de una unidad por minuto y una ocupación visual promedio del 100%. En este movimiento coincide la hora con mayor presencia de unidades y de pasajeros.

Gráfico 130 Pasajeros a bordo E11 sentido 2-4



Fuente: Elaboración propia

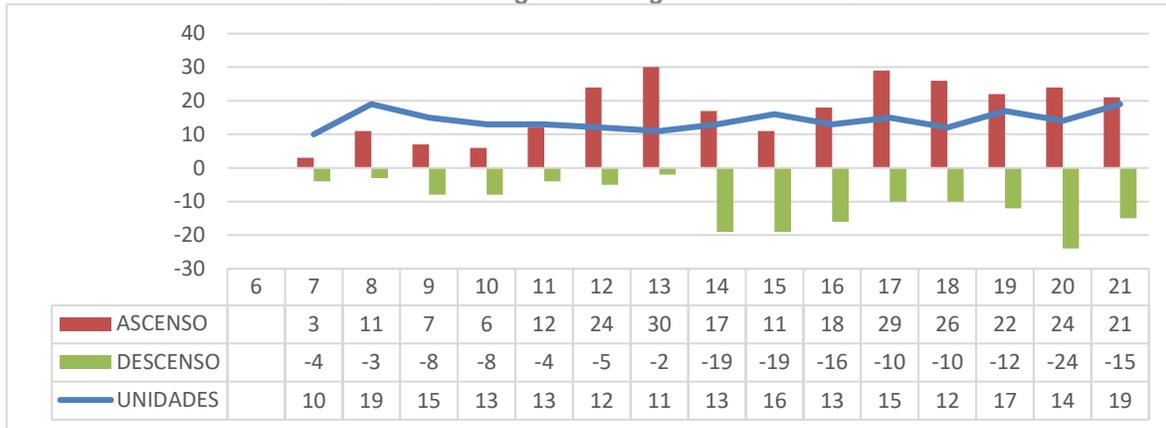
▪ **E12 Ferrocarril – Av. Concepción**

En la estación entre Ferrocarril y Concepción fueron considerados cuatro movimientos direccionales para el levantamiento de información de transporte público. En la estación se registró un aforo de 690 unidades de transporte público, teniendo una frecuencia de paso de una unidad por minuto. A partir del estudio de ocupación visual se registró el tránsito de 26,532 pasajeros.

En el **Gráfico 131** se muestra el polígono de carga del movimiento con dirección norte – sur de la estación, el cual registró el tránsito de 212 unidades, las cuales transportaron a 7,809

pasajeros. El periodo con mayor oferta de unidades de transporte público se ubicó entre las 21:00h y 22:00h con la presencia de 19 de ellas, las cuales tuvieron una frecuencia de paso de una unidad cada 4 minutos y llevaron a bordo a 1.028 pasajeros.

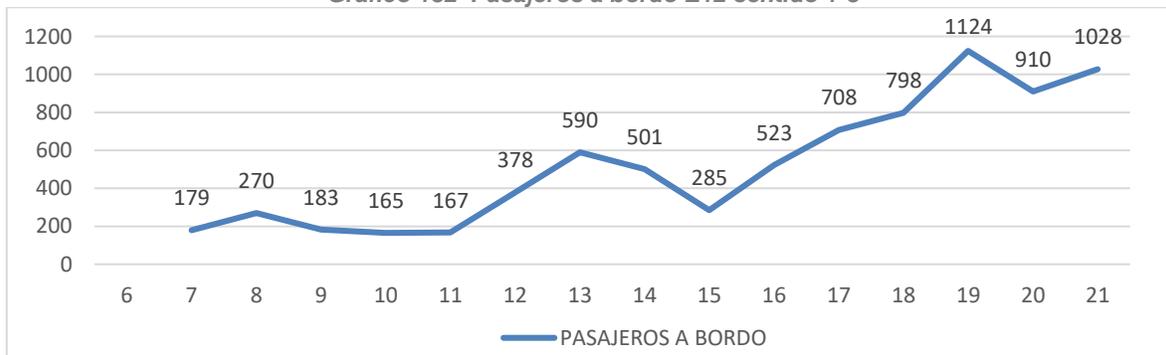
**Gráfico 131 Polígono de carga E12 sentido 1-3**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 132** se muestran los pasajeros a bordo en el sentido norte – sur, los cuales aumentaron en el periodo vespertino, en especial, entre las 19:00h y 20:00h, en donde se encontró la mayor demanda con 1,124 pasajeros a bordo de 17 unidades, las cuales tuvieron una frecuencia de paso de una unidad cada 4 minutos y una ocupación visual promedio del 80%.

**Gráfico 132 Pasajeros a bordo E12 sentido 1-3**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 133** se muestra el polígono de carga del movimiento sur – norte, en el que se registró el tránsito de 217 unidades que transportaron a 9,046 pasajeros durante todo el día. El periodo con mayor cantidad de unidades se ubicó entre las 18:00h y 19:00h, con el tránsito de 20 unidades que tuvieron una frecuencia de paso de una unidad cada 3 minutos y llevaron a bordo a 411 pasajeros.

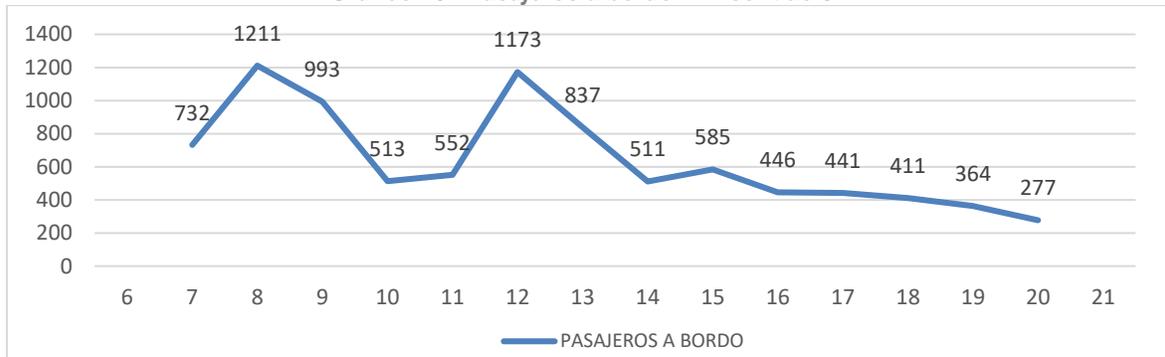
**Gráfico 133 Polígono de carga E12 sentido 3-1**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 134** se muestra el comportamiento de los pasajeros que transitaron por la estación en dirección sur – norte, los cuales tuvieron un punto de mayor demanda en el periodo matutino, entre las 8:00h y 9:00h con la presencia de 1,211 pasajeros a bordo de 18 unidades, que tuvieron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 3 minutos y una ocupación visual promedio del 80%.

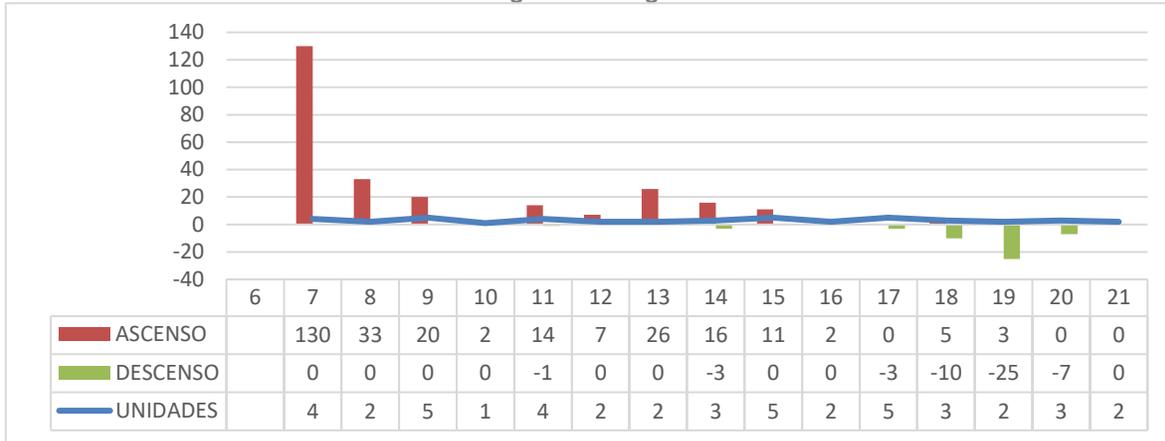
**Gráfico 134 Pasajeros a bordo E12 sentido 3-1**



Fuente: Elaboración propia

El polígono de carga del **Gráfico 135** muestra las unidades de transporte que transitaron en el sentido oriente – poniente de la estación, en donde se fueron registradas 45 unidades que llevaron a bordo a 832 pasajeros durante todo el día. Se observa que la cantidad de ascensos a las 7:00h alcanza los 130 pasajeros y no se presentan descensos considerables hasta las 18:00h. La hora con mayor oferta de unidades se ubicó entre las 15:00h y 16:00h con el tránsito de 5 de ellas, las cuales tuvieron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 12 minutos y transportaron a 105 pasajeros.

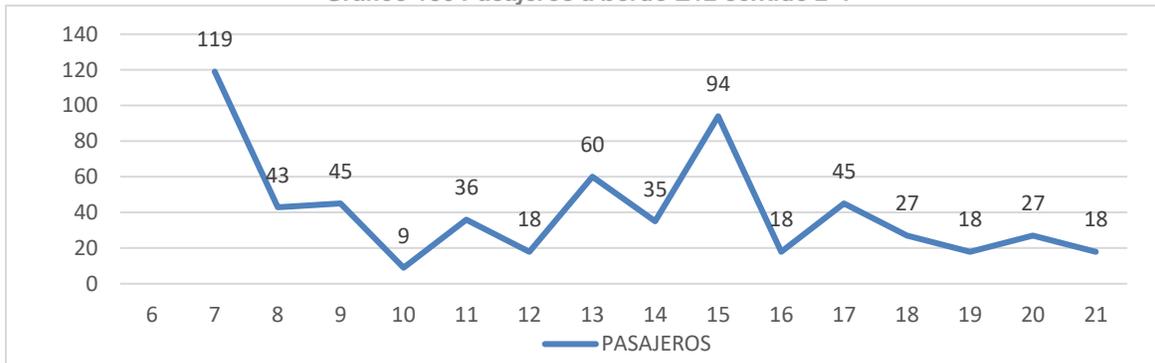
**Gráfico 135 Polígono de carga E12 sentido 2-4**



Fuente: Elaboración propia

El comportamiento de los pasajeros que transitaron por la estación en sentido oriente – poniente se muestran en el **Gráfico 136**, en donde se observa que se presentan incrementos y decrementos de pasajeros a lo largo del día con un promedio de 40 pasajeros por hora. Entre las 7:00h y las 8:00h se ubicó el periodo de mayor demanda de transporte público con la presencia de 249 pasajeros a bordo de 4 unidades, las cuales tuvieron una frecuencia de paso de una unidad cada 15 minutos con una ocupación visual promedio del 40%.

**Gráfico 136 Pasajeros a bordo E12 sentido 2-4**



Fuente: Elaboración propia

El polígono de carga para el movimiento con dirección poniente – oriente se muestra en el **Gráfico 137**, en donde se registró el tránsito de 216 unidades que transportaron a 8,845 pasajeros durante todo el día. Entre las 20:00h y 21:00h se registró el tránsito de la mayor cantidad de unidades, 20, que tuvieron una frecuencia de paso de una unidad cada 3 minutos y transportaron a 1,012 pasajeros.

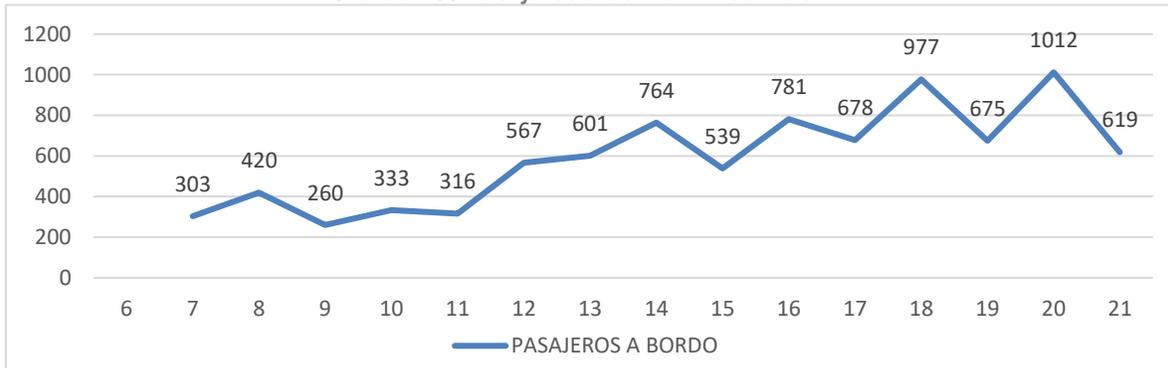
Gráfico 137 Polígono de carga E12 sentido 4-2



Fuente: Elaboración propia

El comportamiento de los pasajeros que transitaron por la estación en sentido poniente – oriente se muestran en el **Gráfico 138**, en donde se observa que en el periodo vespertino aumentó su presencia, con un periodo de mayor demanda ubicado entre las 20:00h y 21:00h, en donde transitaron 1.012 pasajeros a bordo de 20 unidades, las cuales tuvieron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 3 minutos, así como una ocupación visual promedio del 60%. En este movimiento la hora con mayor presencia de unidades coincide con la mayor presencia de pasajeros.

Gráfico 138 Pasajeros a bordo E12 sentido 4-2



Fuente: Elaboración propia

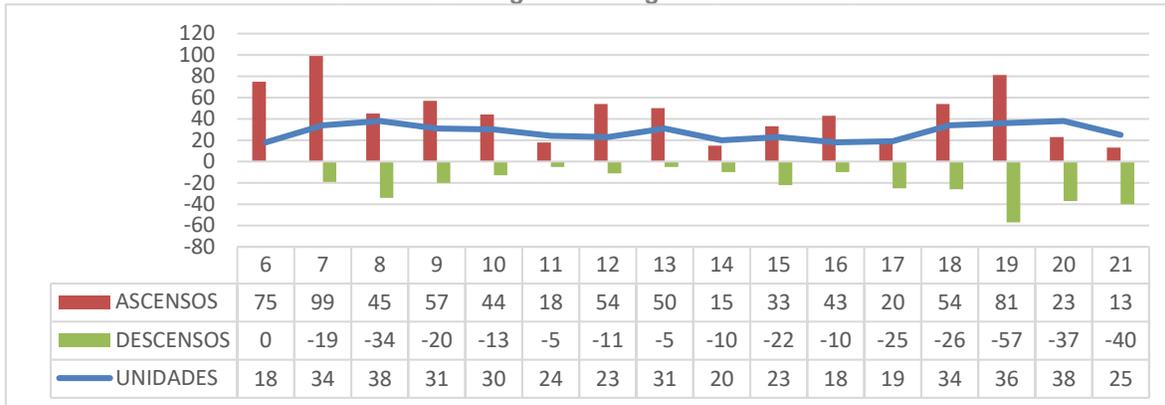
▪ **E13 San Sebastián el Grande – Camino a unión del 4**

En la estación se consideraron tres movimientos direccionales para la recolección de información de transporte público. Durante el estudio se registró el tránsito de 1,205 unidades que obtuvieron una frecuencia de paso promedio de una unidad por minuto. Dentro del estudio de ocupación visual se obtuvo que por la estación transitaron 41,809 pasajeros.

El **Gráfico 139** muestra el polígono de carga del movimiento con dirección norte – sur de la estación, el cual registró el tránsito de 442 unidades que llevaron a bordo a 16,231 pasajeros durante todo el periodo. Entre las 8:00h y las 9:00h se registró el periodo con

mayor presencia de unidades con el registro de 38 de ellas, las cuales tuvieron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada dos minutos y transportaron a 1,907 pasajeros.

**Gráfico 139 Polígono de carga E13 sentido 1-3**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 140** se muestra el comportamiento de los pasajeros en el sentido norte – sur, los cuales tuvieron un periodo de mayor demanda entre las 7:00h y las 8:00h con la presencia de 2,189 pasajeros, los cuales transitaron a bordo de 34 unidades, que lograron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada dos minutos, además de que registraron una ocupación visual promedio del 80%.

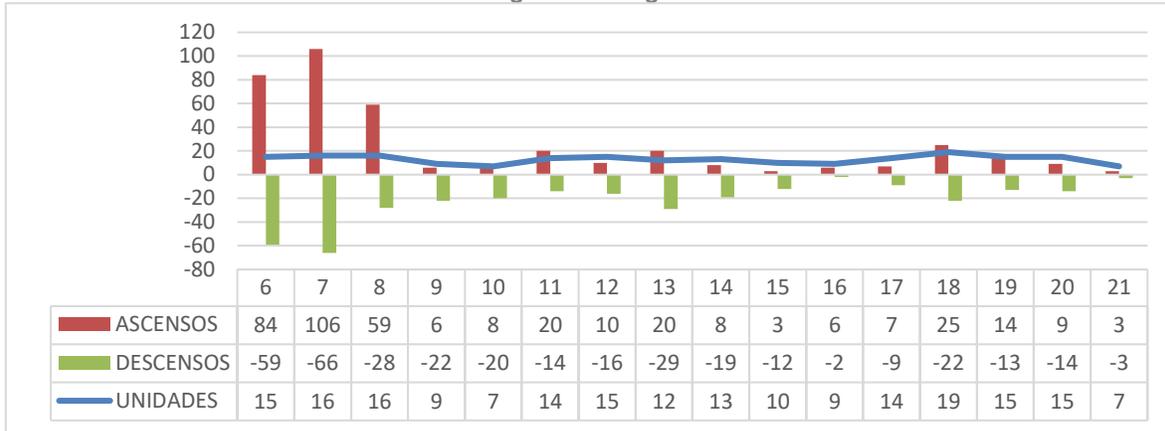
**Gráfico 140 Pasajeros a bordo E13 sentido 1-3**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 141** se muestra el polígono de carga para el movimiento con dirección sur – norte de la estación, en donde se cuantificaron 206 unidades que transportaron a 6,340 pasajeros durante todo el día. Entre las 18:00h y 19:00h se encontró el periodo con mayor cantidad de unidades, 19, las cuales tuvieron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 4 minutos y transportaron a 641 pasajeros. La cantidad de ascensos y descensos en la estación son mayores durante el periodo matutino, alcanzando los 106 ascensos y 66 descensos a las 7:00h.

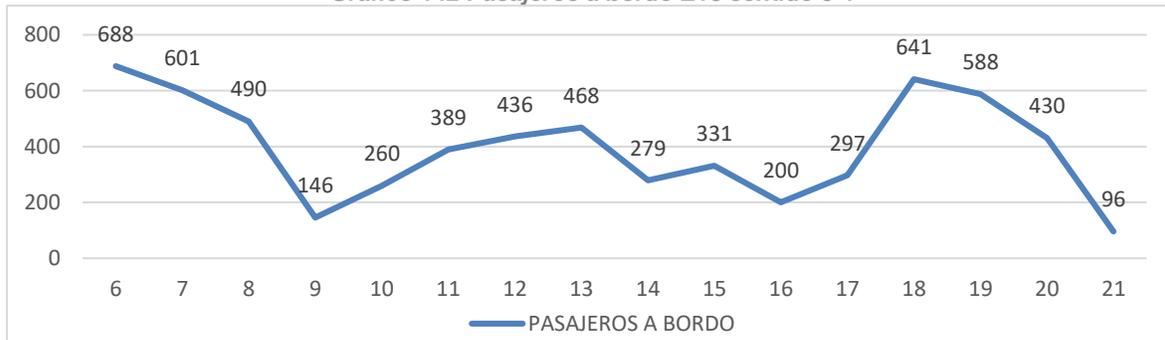
**Gráfico 141 Polígono de carga E13 sentido 3-1**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 143** se muestra el comportamiento de los pasajeros en la estación en el sentido sur – norte, en donde se observan dos periodos con mayor demanda; en la mañana y en la noche, siendo entre las 6:00h y las 7:00h la hora con mayor demanda con la presencia de 688 pasajeros, los cuales iban a bordo de 15 unidades, por lo que alcanzaron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 4 minutos, así como una ocupación visual promedio del 60%.

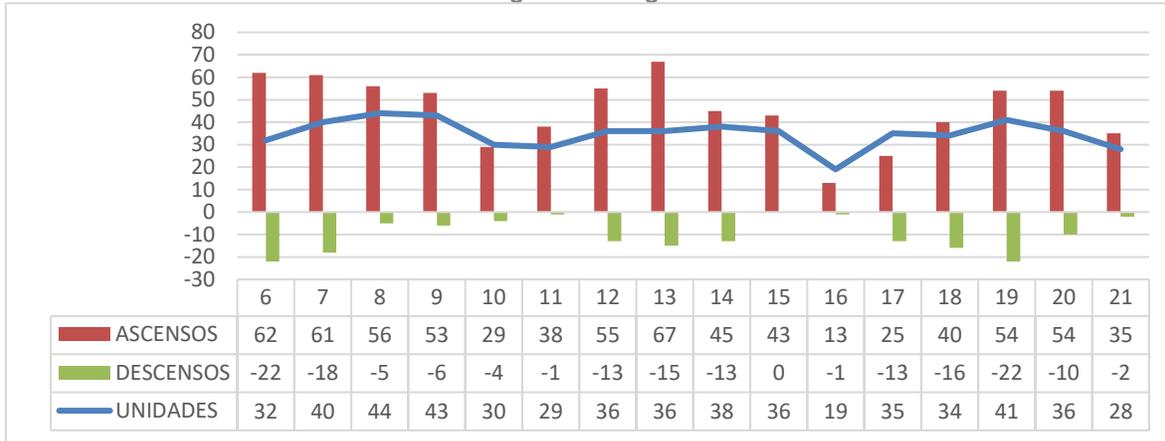
**Gráfico 142 Pasajeros a bordo E13 sentido 3-1**



Fuente: Elaboración propia

El polígono de carga del movimiento con dirección poniente – oriente de la estación se muestra en el **Gráfico 143**, en donde se registró el tránsito de 557 unidades que llevaron a bordo a 19,238 pasajeros durante todo el periodo. La hora con mayor afluencia de unidades se ubicó entre las 8:00h y las 9:00h con la presencia de 44 de ellas, las cuales tuvieron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 2 minutos y llevaron a bordo a 1,046 pasajeros

Gráfico 143 Polígono de carga E13 sentido 4-2



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 144** se muestra el comportamiento de los pasajeros de la estación que transitaron en sentido poniente – oriente, los cuales presentaron una mayor presencia en el periodo vespertino. Entre las 19:00h y 20:00h se presentó la hora con mayor número de pasajeros con 2,344 de ellos, los cuales circularon a bordo de 41 unidades, con una frecuencia de paso de una unidad cada 2 minutos y tuvieron una ocupación visual promedio del 60%.

Gráfico 144 Pasajeros a bordo E13 sentido 4-2



Fuente: Elaboración propia

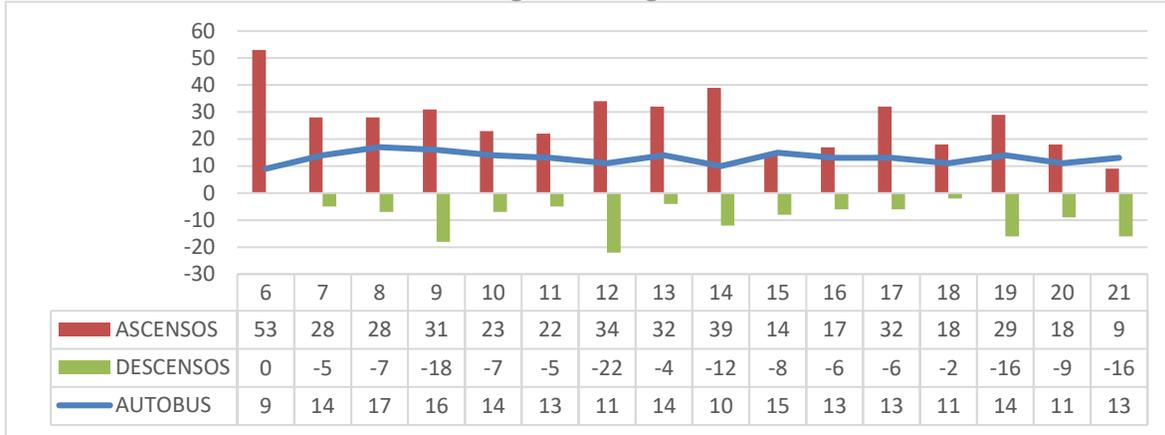
▪ **E14 Constitución Oriente – Luxemburgo**

En la estación entre Constitución Oriente y Luxemburgo se consideraron tres movimientos para la recolección de información de transporte público. Por este punto transitaron 1,108 unidades de transporte público durante las 16 horas de aforo, por lo que cuentan con una frecuencia de paso promedio de una unidad por minuto. Estas unidades transportaron a 26,701 pasajeros de acuerdo con la ocupación visual de las unidades.

El polígono de carga del movimiento norte – sur se muestra en el **Gráfico 145**, en donde se observa el tránsito de 208 unidades que transportaron a 9,722 pasajeros durante todo el día. Entre las 8:00h y las 9:00h se ubicó la hora de mayor afluencia de unidades con 17 de

ellas, las cuales tuvieron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 4 minutos y llevaron a bordo a 571 pasajeros.

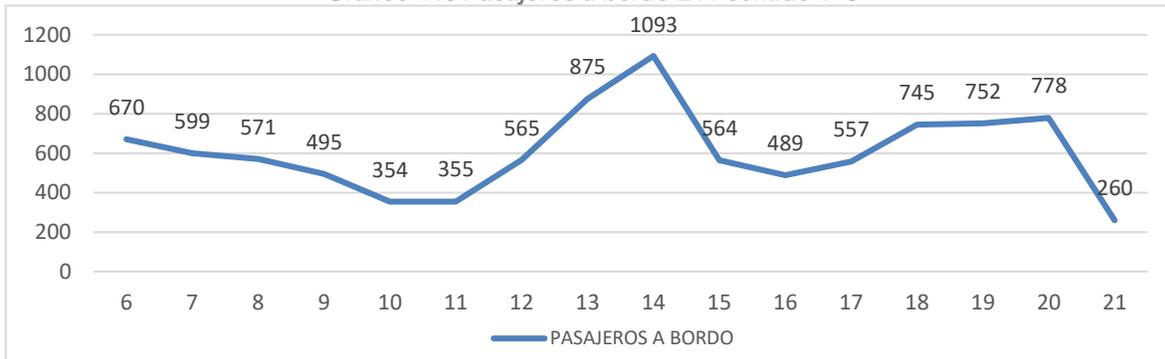
**Gráfico 145 Polígono de carga E14 sentido 1-3**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 146** se muestra el comportamiento de los pasajeros que circularon por la estación en el movimiento norte – sur, en donde se muestra un claro punto de mayor presencia de pasajeros entre las 14:00h y 15:00h, en donde transitaron 1,093 pasajeros a bordo de 10 unidades, las cuales tuvieron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 6 minutos y una ocupación visual promedio del 40%.

**Gráfico 146 Pasajeros a bordo E14 sentido 1- 3**



Fuente: Elaboración propia

El polígono de carga del movimiento con dirección sur – norte de la estación se muestra en el **Gráfico 147**, en donde se registraron 463 unidades que llevaron a bordo a 9.433 pasajeros durante todo el día. Entre las 18:00h y las 19:00h se localizó el periodo con mayor presencia de unidades al cuantificar 35 de ellas, las cuales tuvieron una frecuencia de paso de una unidad cada 2 minutos y transportaron a 1,076 pasajeros.

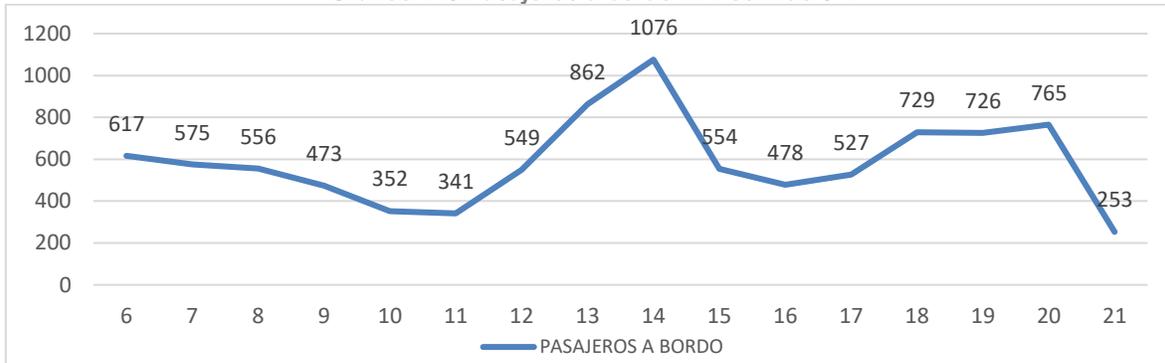
Gráfico 147 Polígono de carga E14 sentido 3-1



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 148 se puede ver que los pasajeros que circularon por la estación en sentido sur – norte tuvieron una hora de mayor demanda entre las 14:00h y 15:00h con la presencia de 1,076 pasajeros a bordo de 35 unidades, las cuales alcanzaron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 2 minutos, así como una ocupación visual promedio del 40%. En este movimiento el periodo con mayor cantidad de unidades coincide con la mayor cantidad de pasajeros.

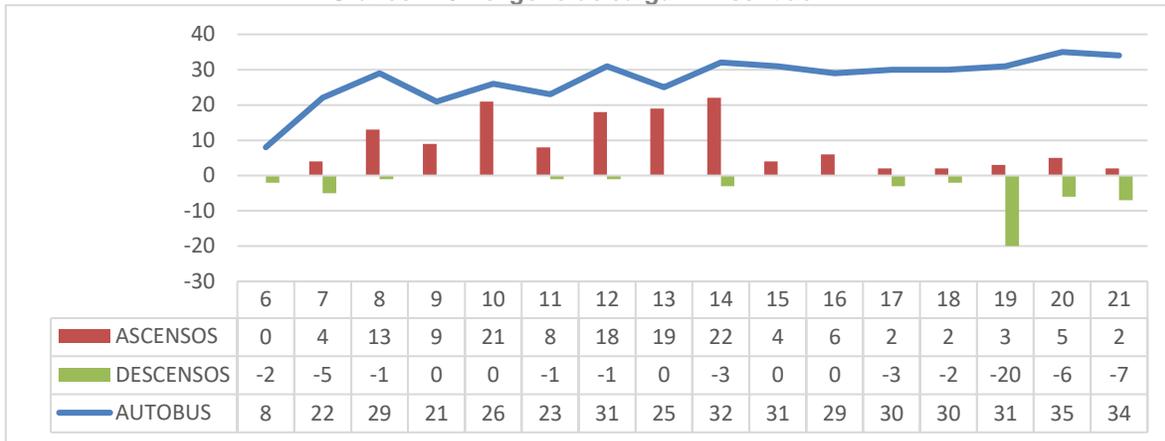
Gráfico 148 Pasajeros a bordo E14 sentido 3-1



Fuente: Elaboración propia

El Gráfico 149 muestra el polígono de carga del movimiento con sentido poniente – oriente, en el que se registró el tránsito de 437 unidades que llevaron a bordo a 7,546 pasajeros durante todo el periodo. Se observa también que los ascensos se presentan, en mayor medida, durante el periodo matutino. Entre las 20:00h y las 21:00h se ubicó el mayor número de unidades al registrarse 35 de ellas, las cuales tuvieron una frecuencia de paso de una unidad cada 2 minutos y transportaron a 1,267 pasajeros.

Gráfico 149 Polígono de carga E14 sentido 4-2



Fuente: Elaboración propia

El comportamiento de los pasajeros que transitaron por la estación en sentido poniente – oriente se muestra en el **Gráfico 150**, en donde se muestra que se elevan hasta el periodo vespertino. Entre las 20:00 y 21:00h se ubicó el periodo con mayor presencia de pasajeros a bordo con 1,267 de ellos, los cuales se transportaron en 35 unidades con una frecuencia de paso de una unidad cada 2 minutos y registraron una ocupación visual promedio del 40%. En este movimiento la hora con la mayor cantidad de unidades coincide con la mayor cantidad de pasajeros.

Gráfico 150 Pasajeros a bordo E14 sentido 4-2



Fuente: Elaboración propia

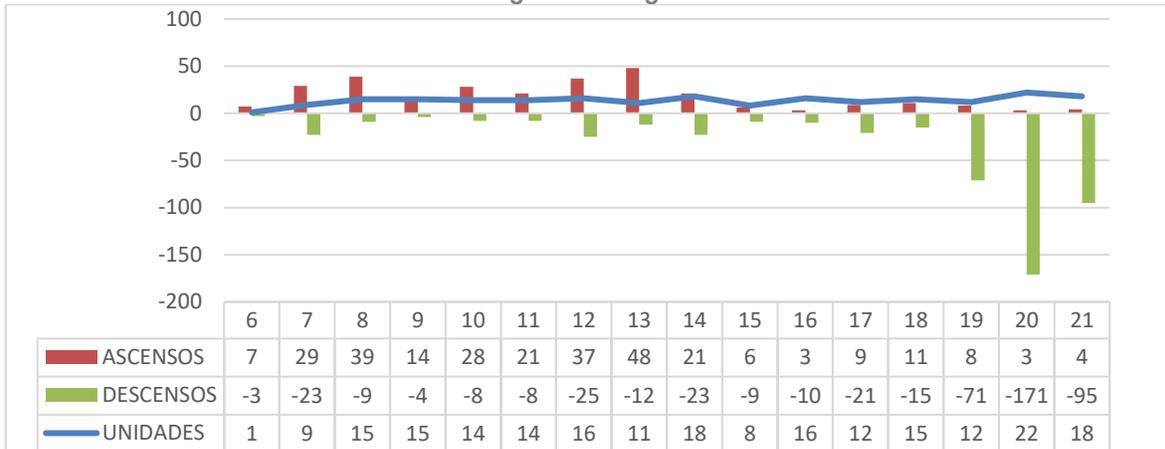
▪ **E18 Constitución Oriente – Av. Cortijo**

En la estación entre Constitución Oriente y Avenida Cortijo se consideraron dos movimientos direccionales para la obtención de datos de transporte público. En la estación se registró el tránsito de 447 unidades durante todo el periodo, teniendo así una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 2 minutos. A partir del estudio de ocupación visual se determinó que por la estación fueron transportados 12,100 pasajeros.

El polígono de carga del movimiento con sentido norte – sur de la estación se muestra en el **Gráfico 151**, el cual registró el tránsito de 216 unidades que llevaron a bordo 5,379 pasajeros durante todo el día. Se observa también que la mayor cantidad de descensos se

presentan durante la noche, alcanzando los 171 a las 20:00h. Entre las 20:00h y las 21:00h se registró la mayor presencia de unidades con el registro de 22 de ellas, las cuales transportaron a 137 pasajeros.

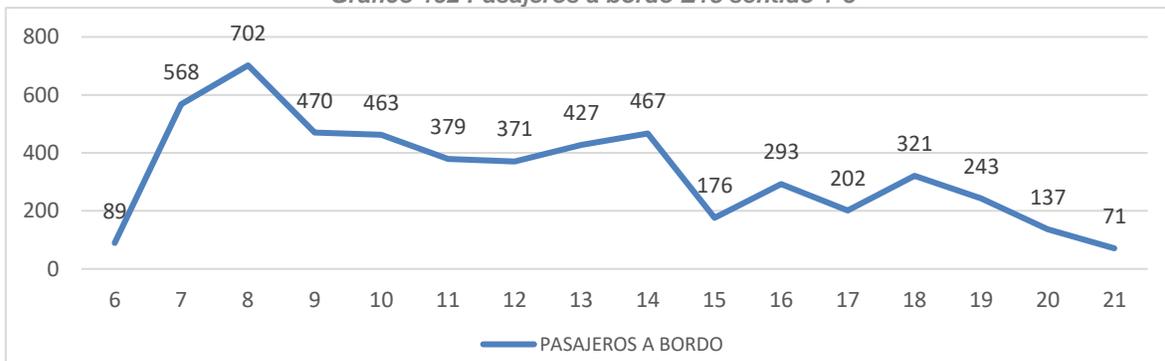
**Gráfico 151 Polígono de carga E18 sentido 1-3**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 152** se muestra el comportamiento de los pasajeros que transitaron por la estación en el sentido norte – sur, los cuales tuvieron un comportamiento en decremento a lo largo del día, con una hora de mayor demanda entre las 8:00h y 9:00h con la presencia de 702 pasajeros, los cuales estuvieron a bordo de 15 unidades logrando una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 4 minutos, además de que registraron una ocupación visual del 60%.

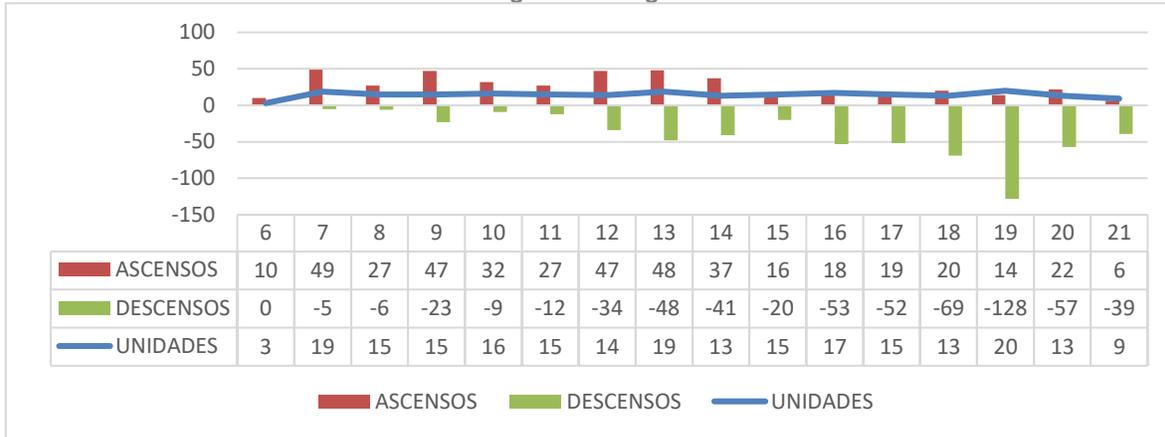
**Gráfico 152 Pasajeros a bordo E18 sentido 1-3**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 153** se muestra el polígono de carga del movimiento con dirección sur – norte de la estación, en donde se registró el tránsito de 231 unidades, las cuales transportaron a 6,721 pasajeros durante todo el día. Entre las 19:00h y las 20:00h se ubicó la mayor afluencia de unidades con 20 de ellas, las cuales tuvieron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 3 minutos y llevaron a bordo a 661 pasajeros.

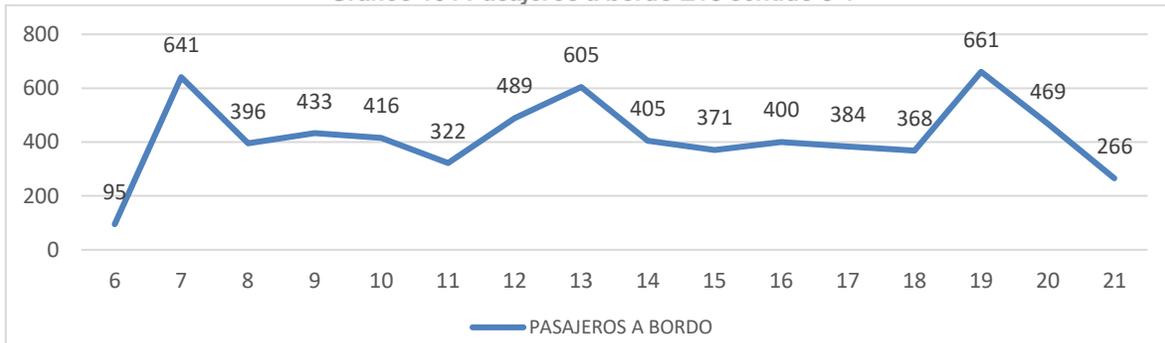
Gráfico 153 Polígono de carga E18 sentido 3-1



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 154 se muestra el comportamiento de los pasajeros que transitaron por la estación en dirección sur – norte, en donde se observan tres diferentes picos a lo largo del día, siendo entre las 19:00h y 20:00h donde se presentó la mayor afluencia de pasajeros con 661 de ellos, los cuales circularon a bordo de 20 unidades, las cuales registraron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 3 minutos y una ocupación visual promedio del 40%. Para este movimiento coincide la hora con mayor cantidad de unidades y pasajeros a bordo.

Gráfico 154 Pasajeros a bordo E18 sentido 3-1



Fuente: Elaboración propia

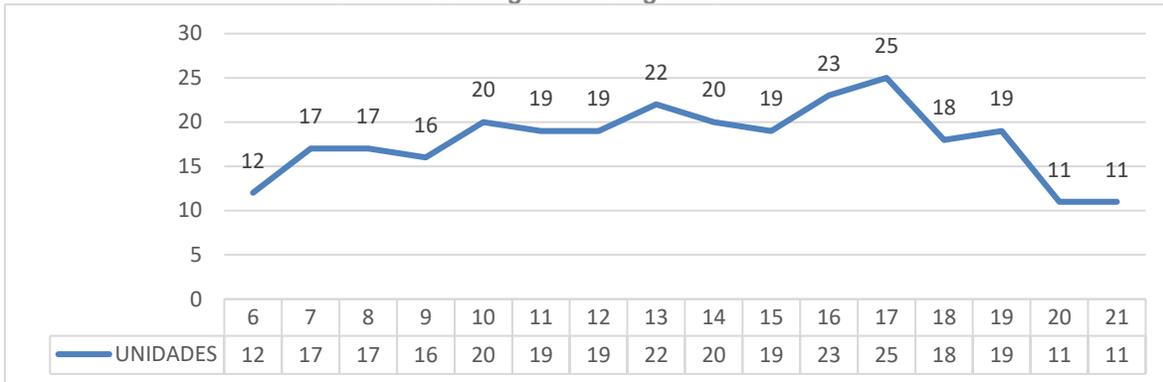
▪ **E19 Prolongación Mariano Escobedo - Ferrocarril**

En la estación fueron considerados dos movimientos direccionales para la obtención de la información de transporte público necesaria. Por la estación se registró el tránsito de 489 unidades durante todo el periodo, logrando así una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 2 minutos. El estudio de ocupación visual arrojó que 12,460 pasajeros fueron transportados por la estación.

En el Gráfico 155 se muestra el polígono de carga del movimiento oriente – poniente de la estación, el cual carece de ascensos y descensos. En este movimiento fueron cuantificadas 288 unidades que llevaron a bordo a 7,182 pasajeros durante todo el día. Entre las 17:00h

y 18:00h se encontró el periodo con mayor cantidad de unidades con la presencia de 25 de ellas, las cuales tuvieron una frecuencia de paso de una unidad cada 3 minutos y llevaron a bordo a 354 pasajeros.

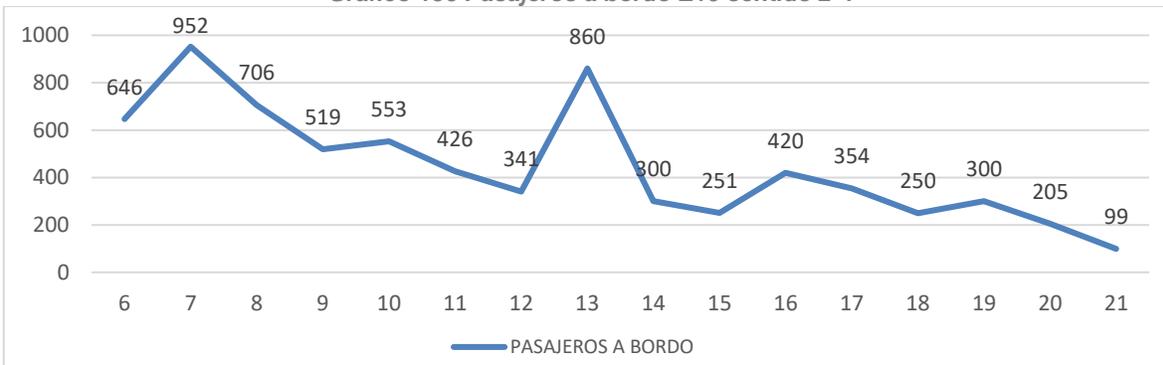
**Gráfico 155 Polígono de carga E19 sentido 2-4**



Fuente: Elaboración propia

El comportamiento de los pasajeros que circularon por la estación en sentido oriente - poniente es en decremento constante, con excepción de un pico entre las 13:00h y 14:00h, como se muestra en el **Gráfico 156**. Entre las 7:00h y las 8:00h se ubicó la mayor afluencia de pasajeros con 952 de ellos, los cuales viajaron a bordo de 17 unidades, teniendo así una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 4 minutos, además de haber registrado una ocupación visual promedio del 60%.

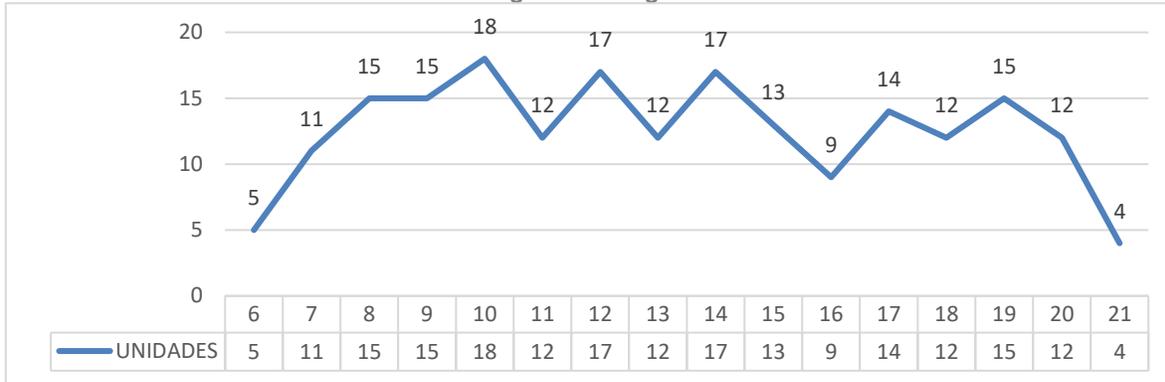
**Gráfico 156 Pasajeros a bordo E19 sentido 2-4**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 157** se muestra el polígono de carga del movimiento poniente – oriente de la estación, el cual carece de ascensos y descensos durante el día. En este movimiento se registró el tránsito de 201 unidades que llevaron a bordo a 5,278 pasajeros. Entre las 10:00h y las 11:00h se ubicó la hora con mayor afluencia de unidades con 18 de ellas, las cuales alcanzaron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 3 minutos y transportaron a 178 pasajeros.

**Gráfico 157 Polígono de carga E19 sentido 4-2**



Fuente: Elaboración propia

El **Gráfico 158** muestra cómo se comportaron los pasajeros en la estación que circularon con dirección poniente – oriente, en donde se observa que su presencia aumentó conforme el paso del día y entre las 19:00h y 20:00h se ubicó la hora de mayor afluencia de pasajeros con 876 de ellos, los cuales transitaron a bordo de 15 unidades, teniendo una frecuencia de paso de una unidad cada 4 minutos, así como una ocupación visual promedio registrada del 60%.

**Gráfico 158 Pasajeros a bordo E19 sentido 4-2**



Fuente: Elaboración propia

▪ **E20 Mariano Escobedo – Higuera**

Para la recolección de datos de transporte público fueron considerados dos movimientos direccionales en la estación, los cuales registraron el tránsito de 723 unidades durante las 16 horas del estudio, resultando así una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 2 minutos. En el estudio de ocupación visual se determinó que el número de pasajeros que circularon por la estación fue de 17,030.

En el **Gráfico 159** se muestra el polígono de carga del movimiento poniente – oriente de la estación, en donde se observa que hay mayor cantidad de descensos y se concentran en el periodo matutino. En este movimiento se cuantificó el tránsito de 274 unidades, las cuales llevaron a bordo a 6,329 pasajeros durante todo el día. Entre las 17:00h y 18:00h se encontró el periodo con mayor afluencia de unidades con la presencia de 24 de ellas, las

cuales tuvieron una frecuencia de paso de una unidad cada 3 minutos y llevaron a bordo a 310 pasajeros.

**Gráfico 159 Polígono de carga E20 sentido 4-2**



Fuente: Elaboración propia

El comportamiento de los pasajeros en la estación con dirección poniente – oriente se muestra en el **Gráfico 160**, en donde se observa un decremento constante a lo largo del día, con excepción de un pico entre las 13:00h y 14:00h, en donde se presentó el mayor número de pasajeros, 780, que iban a bordo de 21 unidades, teniendo una frecuencia de paso de una unidad cada 3 minutos y una ocupación visual promedio del 40%.

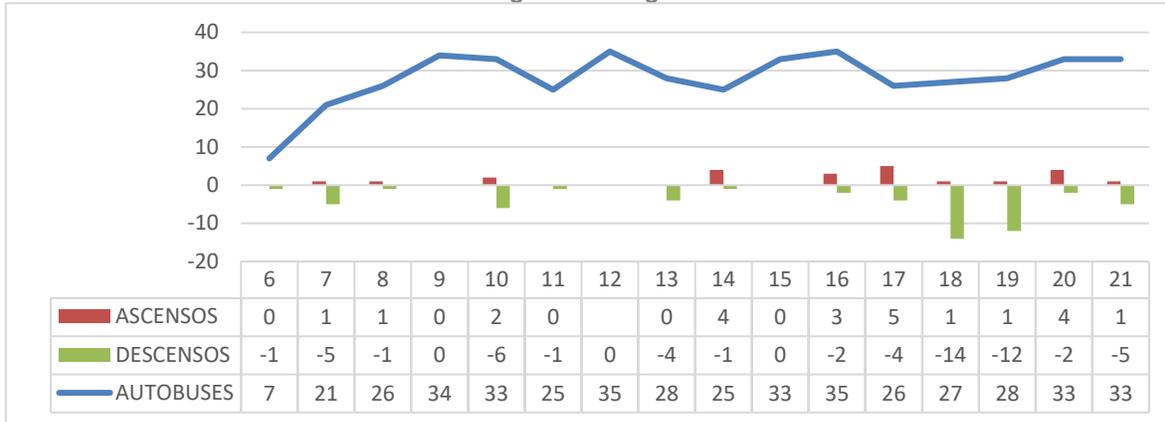
**Gráfico 160 Pasajeros a bordo E20 sentido 4-2**



Fuente: Elaboración propia

El **Gráfico 161** muestra el polígono de carga del movimiento oriente – oriente de la estación, el cual registró el tránsito de 449 unidades que llevaron a bordo a 10,701 pasajeros durante todo el día. Entre las 16:00h y las 17:00h se ubicó la hora con mayor afluencia de unidades, ya que se registró el paso de 35 de ellas, las cuales tuvieron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 2 minutos y transportaron a 992 pasajeros.

**Gráfico 161 Polígono de carga E20 sentido 2-4**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 162** se muestra el comportamiento de los pasajeros que transitaron por la estación en dirección oriente – poniente, en donde se observa que aumentaron de forma constante durante todo el periodo. Entre las 18:00h y 19:00h se ubicó la hora con mayor cantidad de pasajeros con la presencia de 1,416 de ellos, los cuales se transportaron a bordo de 27 unidades, alcanzando así una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 2 minutos, así como una ocupación visual promedio del 60%.

**Gráfico 162 Pasajeros a bordo E20 sentido 2-4**



Fuente: Elaboración propia

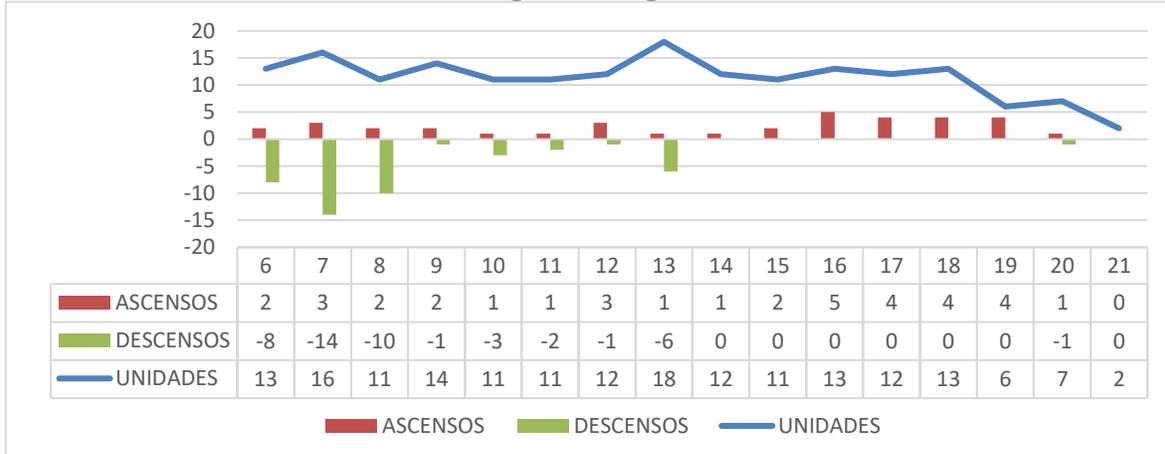
▪ **E22 Circuito Metropolitano**

En esta última estación fueron considerados dos movimientos direccionales para la obtención de datos de transporte público. En la estación se registró un aforo de 224 vehículos durante todo el estudio, logrando así una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 4 minutos. En la estación se registró la circulación de 6.027 pasajeros dentro del estudio de ocupación visual.

El polígono de carga del movimiento con dirección oriente – poniente de la estación se puede ver en el **Gráfico 163**. En esta estación se registró el tránsito de 182 unidades que llevaron a bordo a 5,309 pasajeros durante todo el día. La estación presentó una mayor cantidad de descensos en el periodo matutino, alcanzando los 14 a las 7:00h. Entre las 13:00h y 14:00h se presentó la mayor afluencia de unidades con la presencia de 18 de

ellas, las cuales tuvieron una frecuencia de paso de una unidad cada 3 minutos y llevaron a bordo a 508 pasajeros.

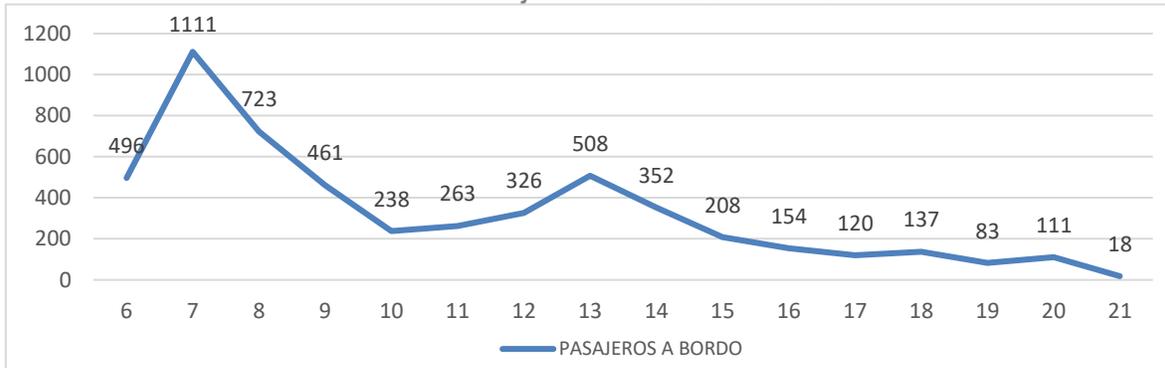
**Gráfico 163 Polígono de carga E22 sentido 2-4**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 164** se muestra el comportamiento de los pasajeros en la estación que transitaron en el sentido oriente – poniente, el cual presenta un decremento en función del paso del día. Entre las 7:00h y 8:00h se ubicó la hora de mayor afluencia de pasajeros con la presencia de 1,111 de ellos, los cuales se transportaron en 16 unidades, obteniendo una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 4 minutos, además de haber registrado una ocupación visual promedio del 80%.

**Gráfico 164 Pasajeros a bordo E22 sentido 2-4**



Fuente: Elaboración propia

En el **Gráfico 165** se muestra el polígono de carga del movimiento poniente – oriente de la estación, el cual carece de ascensos y descensos. En este movimiento se registró, durante todo el periodo, el tránsito de 42 unidades, las cuales transportaron a 718 pasajeros. Entre las 10:00h y las 11:00h se localizó la hora con mayor presencia de unidades con el registro de 5 de ellas, las cuales tuvieron una frecuencia de paso de una unidad cada 12 minutos y transportaron a 69 pasajeros.

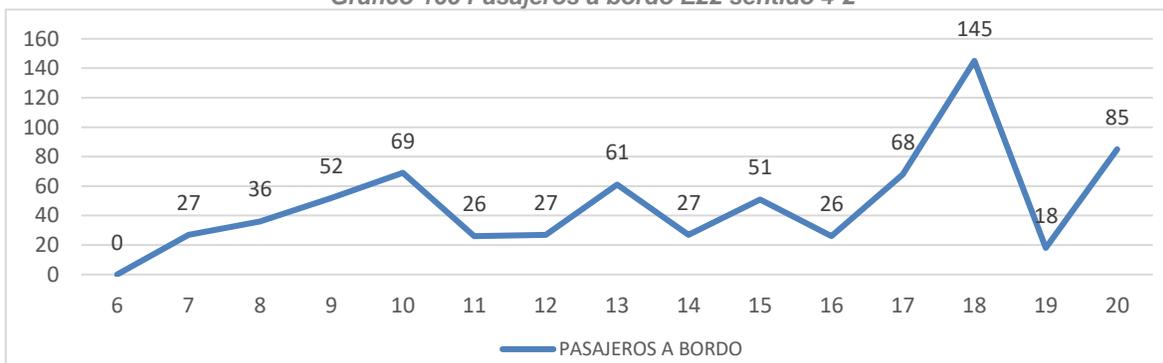
Gráfico 165 Polígono de carga E22 sentido 4-2



Fuente: Elaboración propia

La presencia y el comportamiento de los pasajeros que transitaron por la estación en sentido poniente – oriente se puede ver en el *Gráfico 166*, donde se presenta un punto con mayor afluencia, entre las 18:00h y las 19:00h, con la presencia de 145 pasajeros, los cuales fueron transportados en 4 unidades, las cuales tuvieron una frecuencia de paso promedio de una unidad cada 15 minutos y una ocupación visual promedio del 40%.

Gráfico 166 Pasajeros a bordo E22 sentido 4-2



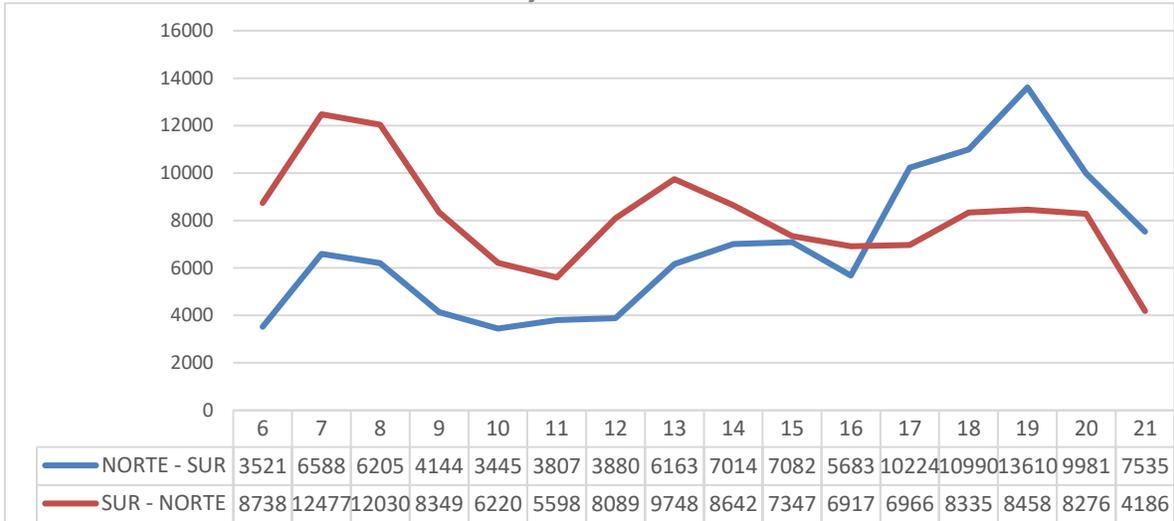
Fuente: Elaboración propia

▪ **Pasajeros a bordo por sentido durante el día**

En el *Gráfico 167* se muestra el comportamiento de los pasajeros a bordo en transporte público durante las 16 horas de estudio sobre el trazo propuesto de línea 4. Durante la hora de máxima demanda del periodo matutino, entre las 7:00h y 8:00h, se registraron un máximo de 12,477 pasajeros a bordo, los cuales se dirigen al centro del AMG, hacia los municipios de Zapopan y Guadalajara, los centros económicos.

Durante la hora de máxima demanda del periodo vespertino, entre las de 19:00h y 20h, se cuantificaron 13,610 pasajeros a bordo, los cuales se dirigen al sur del AMG, en donde se encuentran las zonas con un predominante uso habitacional.

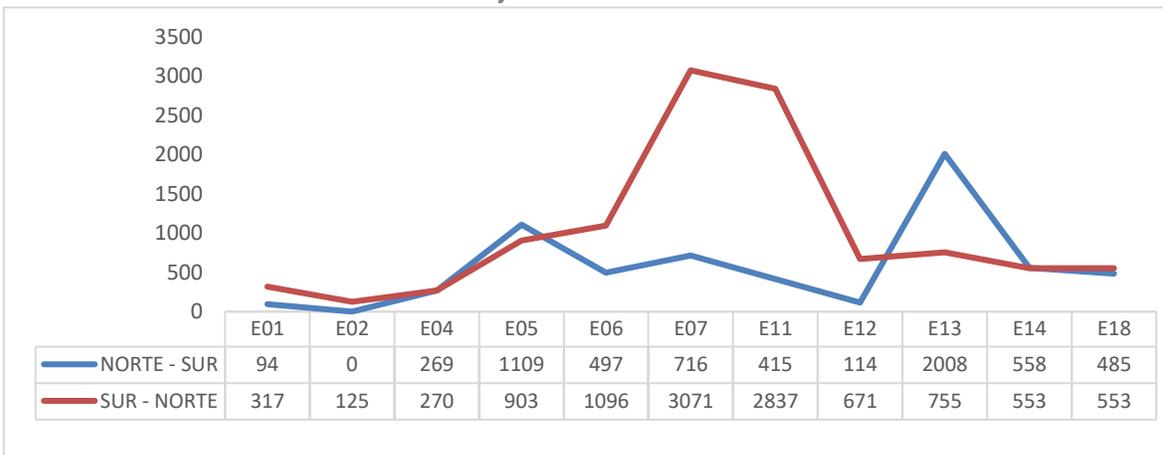
Gráfico 167 Pasajeros a bordo durante el día



Fuente: Elaboración propia

Durante la hora de máxima demanda del periodo matutino, la estación 7, que se ubica sobre la avenida Adolf B. Horn y Ferrocarril, presentó la mayor demanda de pasajeros a bordo, en el sentido sur – norte, con 3,071 pasajeros registrados, esto se debe a que en este punto cruzan siete rutas de transporte público. Otra intersección que presenta una demanda alta de pasajeros a bordo es en la estación 11 con un registro de 2,837 pasajeros de igual manera en sentido direccional sur – norte, tal como se muestra en el Gráfico 168.

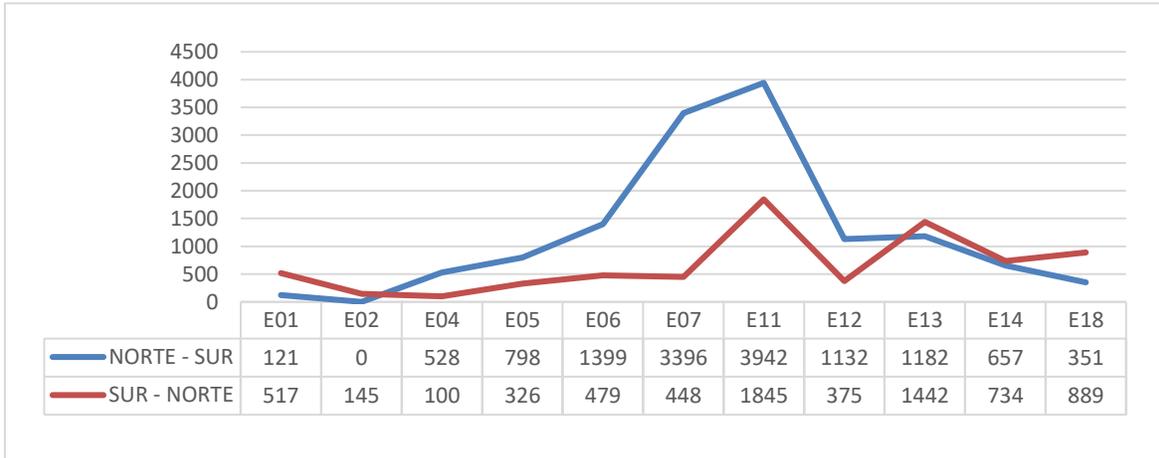
Gráfico 168 Pasajeros a bordo durante la HMD am



Fuente: Elaboración propia

Durante la HMD del periodo vespertino, la mayor demanda de pasajeros a bordo se registró en el sentido direccional norte – sur. La estación 11, que se ubica en la avenida Concepción y De las Américas, registró 3,942 pasajeros a bordo, siendo este el punto con la mayor demanda, seguido de la estación siete con 3,396 pasajeros a bordo, esto se debe a que, en estas dos intersecciones, es donde cruzan alrededor de diez rutas, las cuales conectan de norte a sur y viceversa a la zona.

Gráfico 169 Pasajeros a bordo durante la HMD pm



Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 8** se muestran 15 rutas de transporte público que circulan sobre el trazo de línea 4, en las que tres rutas son las que cuentan con la mayor participación, en primer lugar se encuentra la ruta 623 Santa Cruz con el 11% de participación, la ruta 619 Vía 1 con el 10% y la ruta 187 que de igual manera representa el 10% de participación sobre el trazo. Sobre el corredor se identificaron tres rutas alimentadoras del Macrobus que son la A08, A19 y A20.

Durante la HMD del periodo matutino, la ruta 187 cuenta con la mayor frecuencia de paso, con una unidad cada 4 minutos, seguida de la ruta A19 con una frecuencia de paso de una unidad cada 6 minutos. Durante la HMD del periodo vespertino dos rutas cuentan con la mayor frecuencia de paso; la ruta 187 y la ruta 623 Santa Cruz, ambas con una frecuencia de paso de una unidad cada 8 minutos.

Del total de rutas, solo la 623 Santa Cruz cuenta con un promedio de ocupación del 60%, mientras que siete rutas cuentan con un promedio de ocupación del 40%, dos rutas cuentan con el 20% de promedio de ocupación y cinco de ellas cuentan con un promedio de ocupación del 10%.

**Tabla 8 Rutas de transporte público**

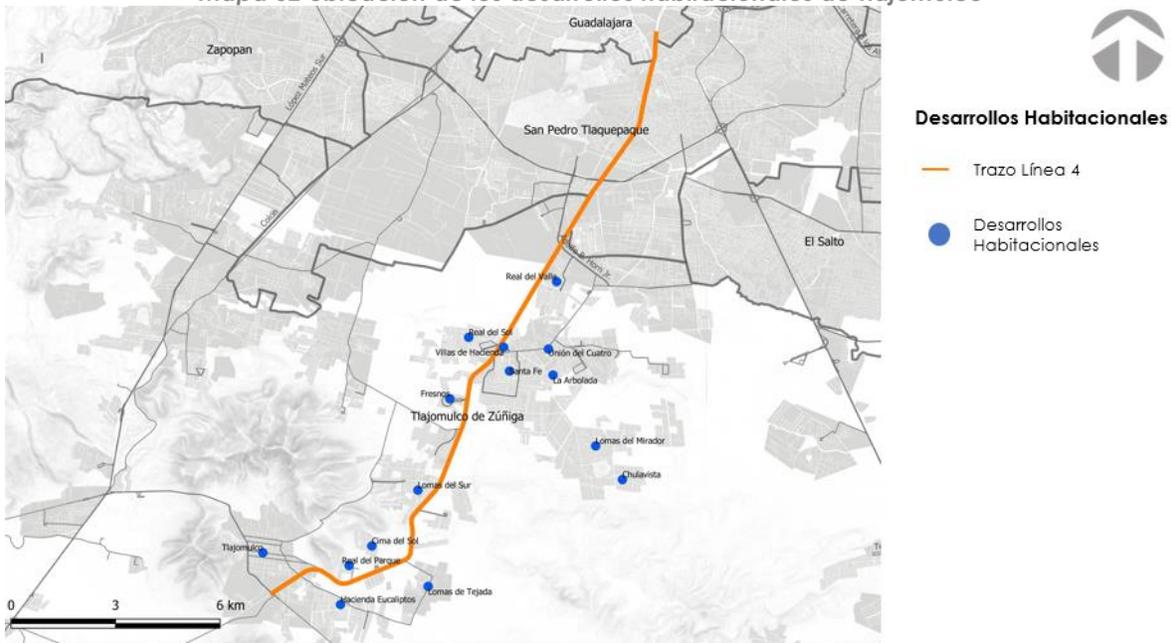
Rutas	PASAJEROS A BORDO						PARTICIPACIÓN	FRECUENCIA DE PASO TODO EL DÍA	FRECUENCIA DE PASO HMD AM	FRECUENCIA DE PASO HMD PM	PROMEDIO DE OCUPACIÓN
	TODO EL DÍA		HMD AM		HMD PM						
	Norte	Sur	Norte	Sur	Norte	Sur					
A 08	2,075	2,583	102	471	159	126	6%	1 unidad / 17 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 30 minutos	40%
A20	1,888	1,594	118	131	308	62	6%	1 unidad / 17 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 10 minutos	40%
623 Santa Cruz	5,123	4,603	910	541	197	271	11%	1 unidad / 8 minutos	1 unidad / 8 minutos	1 unidad / 8 minutos	60%
176 Roble	1,811	2,676	86	220	276	101	6%	1 unidad / 10 minutos	1 unidad / 10 minutos	1 unidad / 9 minutos	40%
176 Chulavista	1,965	1,700	55	133	200	73	7%	1 unidad / 14 minutos	1 unidad / 12 minutos	1 unidad / 12 minutos	40%
A19	2,249	2,620	61	286	595	113	7%	1 unidad / 10 minutos	1 unidad / 6 minutos	1 unidad / 12 minutos	40%
171	2,786	2,918	80	225	271	137	8%	1 unidad / 11 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 9 minutos	10%
383	1,188	1,222	143	72	149	157	5%	1 unidad / 13 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 15 minutos	10%
619 ROJA VIA1	3,185	3,834	128	417	263	343	10%	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 15 minutos	20%
619 CLOUSTER	1,664	2,080	56	337	168	112	6%	1 unidad / 10 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 10 minutos	10%
619 CANTAROS	1,110	1,506	20	136	112	223	3%	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 20 minutos	1 unidad / 15 minutos	10%
187	2,900	3,101	314	308	174	279	10%	1 unidad / 5 minutos	1 unidad / 4 minutos	1 unidad / 8 minutos	40%
187B	2,003	2,534	254	300	230	289	8%	1 unidad / 12 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 10 minutos	40%
175A	1,260	1,766	180	273	119	612	6%	1 unidad / 14 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 10 minutos	20%
186	1,057	1,308	110	80	85	127	5%	1 unidad / 6 minutos	1 unidad / 15 minutos	1 unidad / 15 minutos	10%

Fuente: Elaboración propia

• **Transporte Individualizado**

Para el estudio de transporte individualizado fueron considerados los mototaxis, es decir, motocicletas acondicionadas con una calandria para el transporte de pasajeros. Actualmente existen quince desarrollos habitacionales en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga que han venido creciendo en los últimos años y, al no contar con un sistema de transporte eficiente, han recurrido a la utilización de este tipo de transporte público, que en su mayoría carecen de regularización e infraestructura segura para los usuarios. En el *Mapa 52* se muestra la ubicación de desarrollos habitacionales.

**Mapa 52 Ubicación de los desarrollos habitacionales de Tlajomulco**



Fuente: Elaboración propia

La unidad habitacional Santa Fe cuenta con la mayor oferta de mototaxis con 174 unidades y realizan 6,748 viajes totales, la unidad habitacional Real del Parque solo cuenta con 35 unidades de mototaxis, pero realiza un total de 2,975 viajes, siendo el segundo desarrollo habitacional, que utiliza más este medio de transporte.

La unidad habitacional que cuenta con la menor oferta de este tipo de transporte público es Lomas del Sur, con solo 3 unidades y un total de 120 viajes, seguida la unidad habitacional Lomas de Tejada con 15 unidades y un total de 390 viajes, como se muestra en la *Tabla 9*.

*Tabla 9 Viajes en transporte individualizado*

Desarrollo habitacional	Mototaxis	Viajes Promedio	Viajes Totales
Santa Fe	174	195	6748
Real del Parque	35	85	2,975
Real del Valle	29	100	2,900
Villas de la Hacienda	41	52	2,132
Chulavista	58	65	1951
Fresnos	37	50	1,850
Tlajomulco	70	26	1,820
La Arbolada	30	50	1500
Cimas del Sol	20	70	1,400
Unión del Cuatro	26	40	1,040
Real del Sol	20	52	1040
Hacienda Eucaliptos	37	52	962
Lomas del Mirador	18	40	720
Lomas de Tejada	15	26	390
Lomas del Sur	3	40	120
	<b>613</b>		<b>27,548</b>

*Fuente: Elaboración propia*

- **Encuesta Origen Destino**

La encuesta origen destino sirve para determinar la distribución de viajes en las diferentes alternativas que ofrece la infraestructura vial y de transporte en una ciudad. De ésta se obtienen los lugares en donde se originan los viajes y los lugares en donde finalizan, así como el modo en que han realizado dicho viaje, tiempos efectivos y de espera y costo de traslado, entre variables cualitativas.

A partir de la encuesta se obtiene la matriz origen destino, la cual, junto con la zonificación del área de influencia, asignará los viajes al modelo de simulación.

En la Ilustración 77 se muestra el formato de la encuesta origen destino realizada dentro del área de influencia del proyecto.

*Ilustración 77 Formato de la encuesta origen - destino*

**ENCUESTA ORIGEN – DESTINO**

Identificación lugar de encuesta y encuestador

Nombre del Encuestador:		Fecha:
Calle:	Estación:	



---

Origen – Destino del viaje      Hora de encuesta :      Folio :

**Origen del Viaje**

1 Municipio:      Colonia, Localidad o referencia      Calle

**Destino del Viaje**

2 Municipio:      Colonia, Localidad o referencia      Calle

---

**Características del viaje:**

3 Para llegar aquí ¿Usted llegó en?:

1 A pie (solo caminata)	2 En Bicicleta Propia	3 En Colectivo	4 En Taxi
5 Automóvil	6 En Taxi Colectivo	7 Uber	

7 ¿En cuanto tiempo realizas tu viaje ?

1 10 a 20 minutos	3 50 a 60 minutos
2 30 a 40 minutos	4 1 a 2 horas

4 ¿Cuál es su motivo de viaje?

1 Trabajo	3 Trámites	5 Recreación
2 Escuela	4 Compras	6 Otro

8 ¿Cuánto tiempo tardas en abordar al autobús ?

1 5 a 10 minutos	2 15 a 20 minutos	3 20 a 30 minutos
------------------	-------------------	-------------------

5 ¿Cada cuando realiza este viaje?:

1 Diario	2 3 veces a la semana	3 Eventualmente	4 Nunca
----------	-----------------------	-----------------	---------

9 ¿Cambiarías tu medio de transporte por otro medio de transporte masivo ?

1 Si	2 No
------	------

6 ¿Costo promedio de su viaje?:

1 0 - 10	2 10 - 20	3 20 - 30	4 Más 30
----------	-----------	-----------	----------

Mujer     Hombre

Fuente: Elaboración propia

Se puede clasificar en tres secciones de acuerdo con los diferentes datos que recaban. La primera sección identifica al encuestador y al tiempo y lugar en que se realizó.

- a. Nombre del Encuestador
- b. Fecha
- c. Calle
- d. Estación

En la segunda sección se encuentran los datos de origen y destino del encuestado. Con el fin de precisar la información se preguntan colonias, localidades, referencias e incluso calles.

1. Origen del Viaje
2. Destino del Viaje

En la tercera sección se recaba la información sobre características cuantitativas y cualitativas del viaje. Este apartado es importante para identificar los motivos de viaje y demandas de los encuestados.

#### Características del viaje

3. Para llegar aquí ¿Usted llegó en?:
4. ¿Cuál es su motivo de viaje?
5. ¿Cada cuándo realiza este viaje?:
6. ¿Costo promedio de su viaje?:
7. ¿En cuánto tiempo realizas tu viaje?
8. ¿En cuánto tiempo realizas tu viaje?

Finalmente, y a juicio del encuestador, se recaba el género de la persona encuestada, con el fin de obtener la composición de los pasajeros de la demanda.

Con el fin de obtener un nivel de confiabilidad del 95%, se requirió de un tamaño de muestra de 3,421 encuestas a partir de la población de las cuencas de captación, 258,380 personas. Este número de muestra considera una proporción de 5% de pérdidas de información, como se puede ver en la Tabla 10.

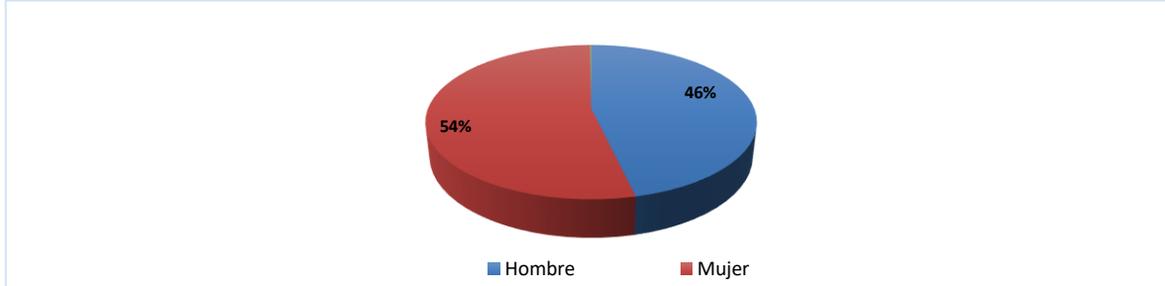
*Tabla 10 Tamaño de la muestra*

Tamaño de la Muestra	
Total de la población de las cuencas	258,380
Nivel de confianza	0.95
Precisión	3%
Proporción	50%
Tamaño Muestral	3250
Proporción esperada de pérdida	5%
<b>Muestra Ajustada a las Pérdidas</b>	<b>3421</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Durante los estudios de campo se realizaron 3,421 encuestas. A continuación, se presentan los resultados obtenidos, los cuales fueron completados en el 46% por hombres y el 54% restante por mujeres.

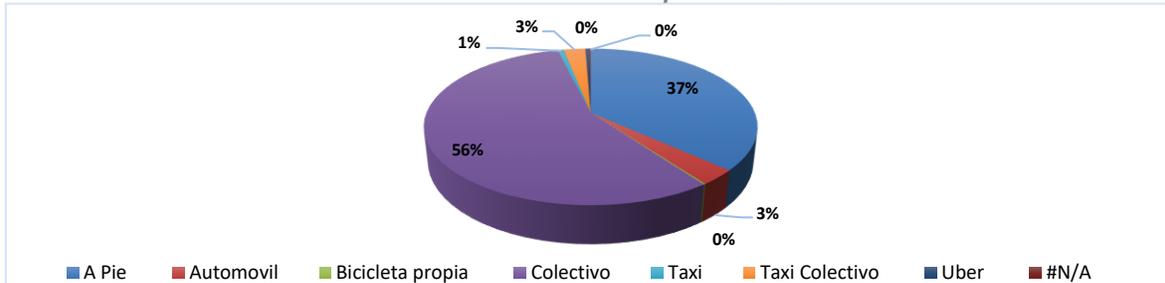
**Gráfico 170 Género de los encuestados**



Fuente: Elaboración propia

Uno de los puntos de mayor importancia durante la realización de la encuesta origen destino es el referente al modo de transporte utilizado en el traslado, conforme a los datos recabados, se aprecia que el 56% de los encuestados, se mueven en transporte público para llegar a su destino deseado, seguidos de un 37% que se transportan a pie y 3% en vehículo particular, como se muestra en el *Gráfico 171*.

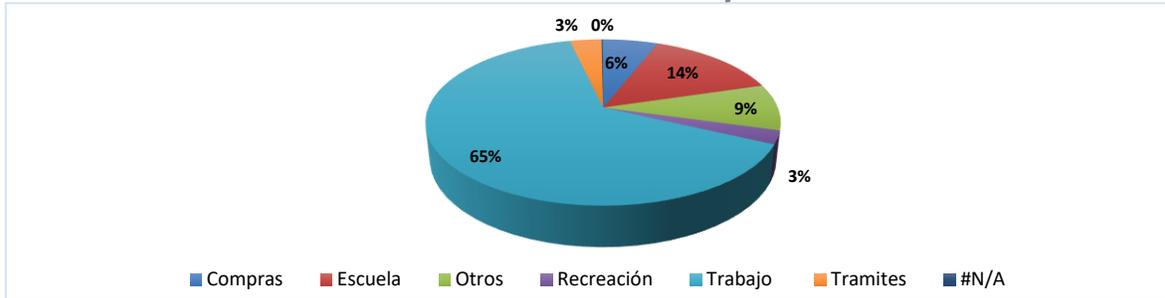
**Gráfico 171 Medio de transporte utilizado**



Fuente: Elaboración propia

Una de las características más importantes en este tipo de ejercicios es el conocer el motivo de viaje, es este caso en específico, se encontró una importancia relativa en del 65% para el motivo trabajo, 14% escuela, 9, % otro y 6% para el motivo de compras, siendo estos los más importantes, en la siguiente ilustración se aprecia la composición de los motivos de viajes, como se muestra en el *Gráfico 172*.

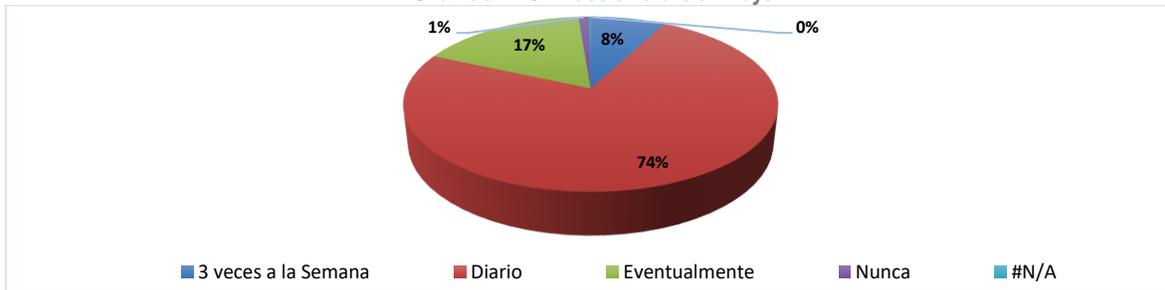
**Gráfico 172 Motivo de viaje**



**Fuente: Elaboración propia**

La frecuencia con la que los encuestados realizan el viaje es diario en el 74% de los casos, seguida por el 17% de los viajes que son eventuales, el 8% que son tres veces por semana y, finalmente, el 1% que no realiza esos viajes, como se muestra en el **Gráfico 173**.

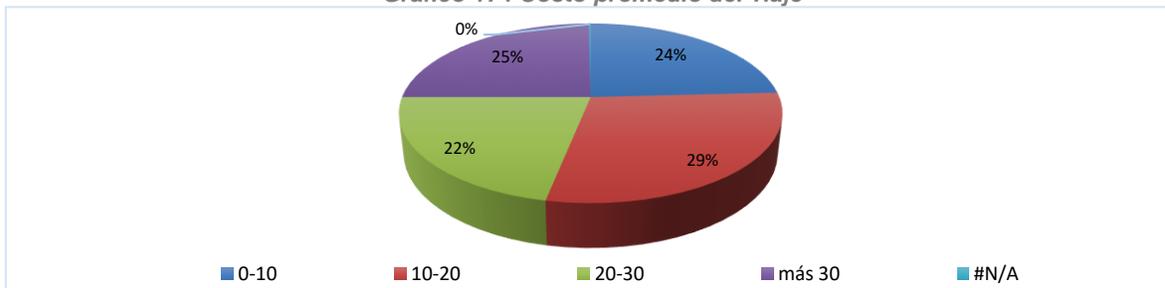
**Gráfico 173 Frecuencia del viaje**



**Fuente: Elaboración propia**

El 25% de los viajes de los encuestados tienen un costo promedio superior a los \$30 pesos, el 29% tiene un costo promedio de entre \$10 y \$20 pesos, el 22% tiene un costo promedio de entre \$20 y \$30 y únicamente el 24% de ellos tienen un costo de hasta \$10, como se observa en el **Gráfico 174**.

**Gráfico 174 Costo promedio del viaje**

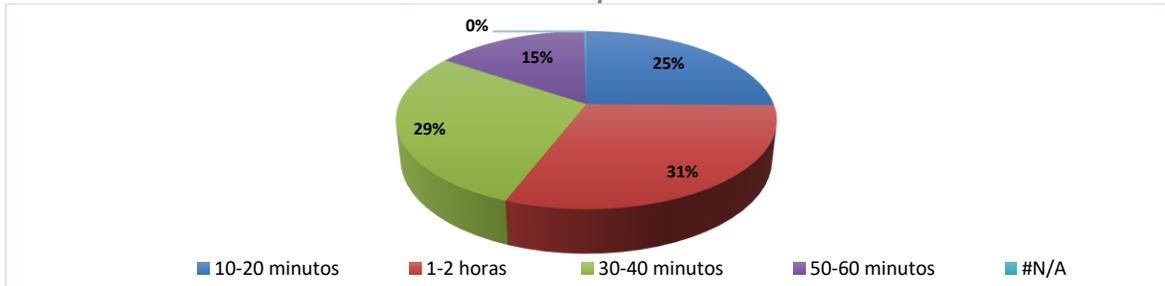


**Fuente: Elaboración propia**

En el **Gráfico 175** se muestran los tiempos de recorrido de los viajes realizados por los encuestados. Se observa que el 31% realiza su recorrido en un periodo de entre una a dos horas y un 29% realiza su recorrido en un periodo de entre 30 y 40 minutos. En menor

medida están el 25% con viajes de entre 10 y 20 minutos y el 15% con viajes entre 50 y 60 minutos.

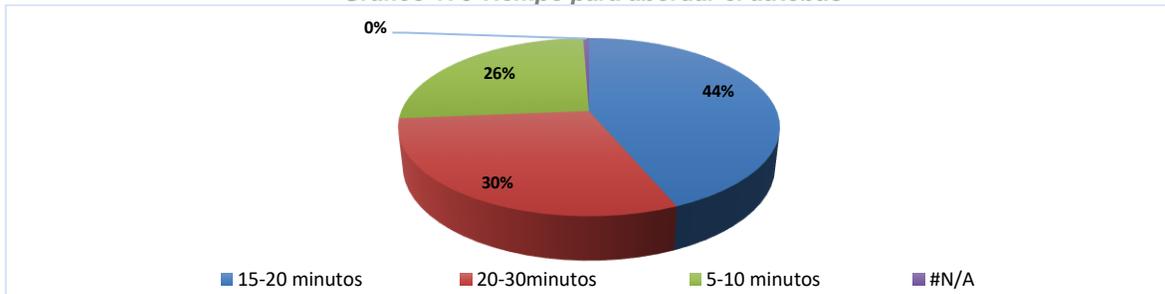
**Gráfico 175 Tiempo del recorrido**



Fuente: Elaboración propia

El 44% de los encuestados espera entre 15 y 20 minutos para poder abordar su unidad de transporte público, seguidos por el 30% que tarda entre 20 y 30 minutos y, finalmente el 26% que debe esperar entre 5 y 10 minutos, como se observa en el **Gráfico 176**.

**Gráfico 176 Tiempo para abordar el autobús**



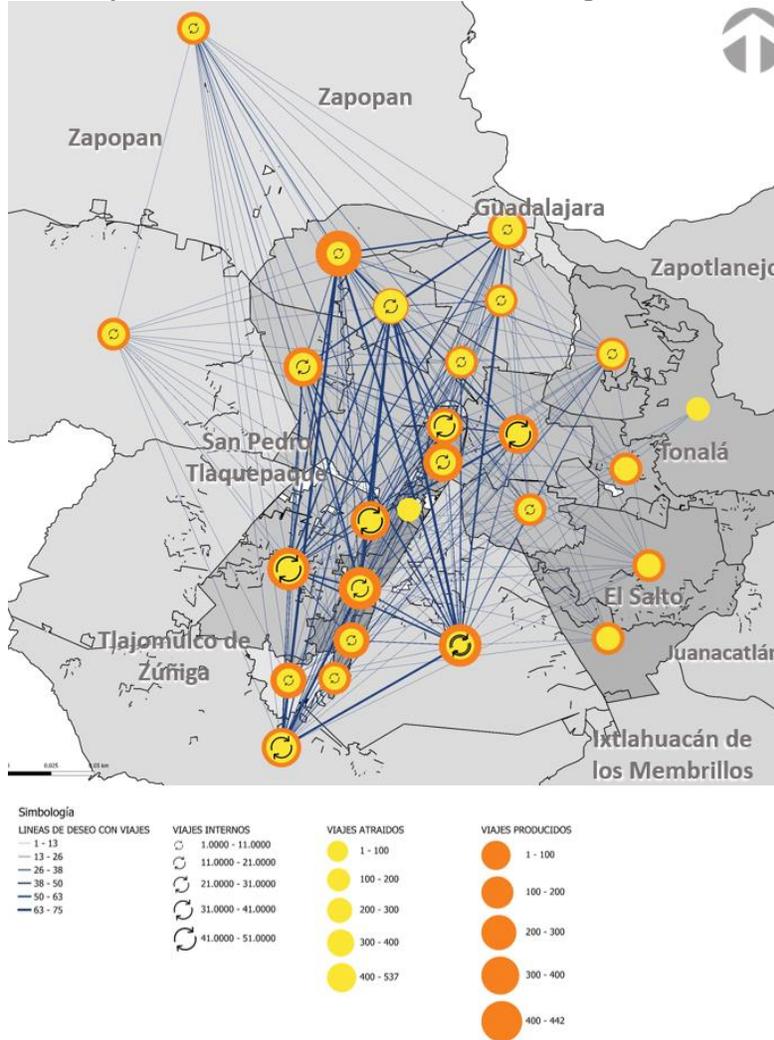
Fuente: Elaboración propia

- **Líneas de Deseo**

En el Mapa 53 se observan las líneas de deseo arrojadas en la encuesta origen destino, las cuales fueron clasificadas por diferentes zonas dentro de los municipios. Se pueden ver las relaciones entre los municipios del Área Metropolitana de Guadalajara, siendo los municipios de Guadalajara, Zapopan, Tlajomulco y Tlaquepaque los que más relaciones presentan.

Las zonas que mayor cantidad de viajes producen se concentran en el oriente del AMG y en el norte de Zapopan, mientras que las zonas que mayor cantidad de viajes atraen se encuentran en el centro de Guadalajara, en la zona oriente de Zapopan y en el norte de Tlajomulco. La zona con más viajes producidos y atraídos al interior es el centro de Guadalajara.

Mapa 53 Líneas de Deseo de la Encuesta Origen Destino



Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 11* se muestran la relación entre los municipios que cuentan con la mayor cantidad de viajes entre sí. Se observa que después de los viajes internos de Tlajomulco de Zúñiga y San Pedro Tlaquepaque, la mayor cantidad de viajes se realiza entre Tlaquepaque y Tlajomulco, Zapopan y Tlajomulco, Tlaquepaque y Guadalajara y Tlajomulco y Guadalajara.

*Tabla 11 Pares de viajes*

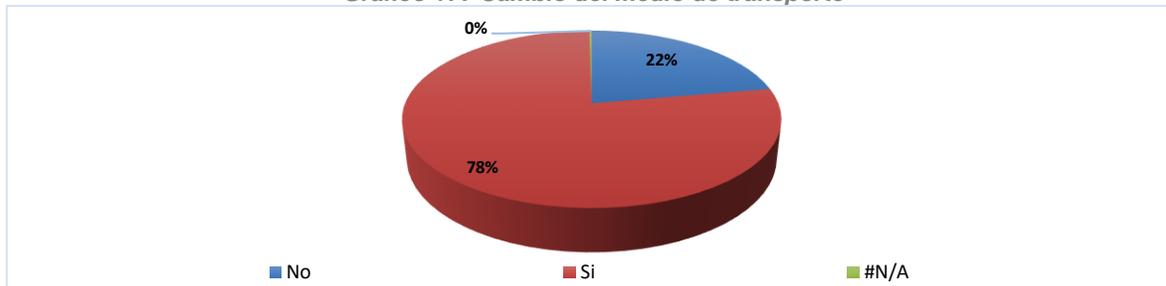
Origen	Destino	Viajes
Tlajomulco	Tlajomulco	641
San Pedro Tlaquepaque	San Pedro Tlaquepaque	405
San Pedro Tlaquepaque	Tlajomulco	291
Zapopan	Tlajomulco	290
San Pedro Tlaquepaque	Guadalajara	263
Tlajomulco	Guadalajara	243
Tlajomulco	San Pedro Tlaquepaque	165
Guadalajara	Tlajomulco	137
Tlajomulco	Zapopan	128
Zapopan	San Pedro Tlaquepaque	111

*Fuente: Elaboración propia*

- **Preferencia Declarada**

Como parte adicional a las encuestas se realizó la pregunta de preferencia declarada: ¿Cambiaría su medio de transporte por otro medio de transporte masivo? En el *Gráfico 177* se muestra que el 78% estaría de acuerdo en cambiar su medio de transporte. El resultado es un gran indicador de la percepción de los usuarios de las condiciones actuales del transporte público de la necesidad por mejores sistemas.

*Gráfico 177 Cambio del medio de transporte*



*Fuente: Elaboración propia*

## 6. Modelo de Simulación de la Situación Actual (Calibración)

---

- **Metodología realizada para la simulación de la Demanda**

Con la finalidad de obtener un diagnóstico de la situación actual de la demanda del sistema de transporte y cuyo objetivo es la caracterización y el análisis del sistema de transporte público que recorre el tramo del proyecto de Línea 4 el cual es un sistema masivo ferroviario denominado Tren-Tram, en sus aspectos estructurales, operacionales y de costo a partir de las encuestas realizadas. Además de la obtención del diagnóstico sobre la demanda del transporte suburbano en los principales puntos de ascenso y descenso, recopilación de información de la Dirección de Transporte y del análisis realizado por IKONS a partir de observaciones en campo y de la propia metodología descrita a continuación:

La información de la oferta y demanda del transporte urbano se analizó mediante un proceso de verificación y validación de la información que contempló:

- Inventario de la información. Contempló la revisión de los trabajos realizados conforme la información necesaria para realizar el modelo de demanda, verificando los insumos básicos para la generación de los modelos.
- Análisis de la información. Contempló la validación de la información conforme a los datos actuales de operación del transporte público.
- Confiabilidad de la información. Contempló la veracidad de la información obtenida el estudio de campo.

Asimismo, para la implementación de este sistema de transporte masivo se identificó la necesidad de contar con un cambio en el esquema empresarial y de prestación de servicio con respecto al transporte público colectivo, el cual deberá estar compuesto por:

- Una infraestructura física
- Un sistema operativo eficiente.
- Un sistema de recaudo moderno.

Los trabajos de campo que se han realizado para la recopilación de la información necesaria para el Modelo de Demanda del Transporte se basaron en dos tipos de estudios:

#### Estudios de Oferta:

- 1) Inventario de la Geometría de las vialidades.
  - a. Secciones transversales.
  - b. Trazo y sentidos de circulación.
- 2) Inventario del tipo y estado de conservación del pavimento.
- 3) Inventario y condiciones del Señalamiento Horizontal.
- 4) Inventario y condiciones del Señalamiento Vertical.
- 5) Inventario y características de los dispositivos del Control de Tránsito.
- 6) Infraestructura actual del Transporte Público.
- 7) Inventario de las rutas en operación en el área de influencia del corredor troncal.
- 8) Estudio de Frecuencia y nivel de ocupación para 14 estaciones sobre el corredor troncal.

#### Estudios de la Demanda:

- 1) Estudio de Encuesta Origen Destino
- 2) Estudio de ascenso y descenso sobre las rutas en operación que circulan por el corredor troncal.
- 3) Estudios de aforos vehiculares del tipo direccionales en los principales entronques del corredor troncal.

Entre los insumos del modelo se encontraron también:

- ✓ Zonificación del área de influencia del sistema
- ✓ Análisis de la matriz origen - destino
- ✓ Identificación de las líneas y rutas de transporte público
- ✓ Modelación de las rutas
- ✓ Asignación de viajes
- ✓ Periodos de evaluación
- ✓ Factor de expansión horario para obtener la demanda diaria del sistema
- ✓ Tasas de crecimiento de la demanda

A continuación, se describe detalladamente cada uno de estos insumos

### 1. Zonificación del área de influencia del sistema

La zonificación es la delimitación de áreas con dimensiones menores a municipios que permiten afinar la distribución de los viajes asignados por la matriz origen – destino. Ésta permite la evaluación, análisis y universalidad de la información ante cambios políticos y territoriales.

La zonificación se basó de acuerdo con la conectividad de rutas de transporte estudiadas, tomando como base de referencia el Área Geoestadística Básica (AGEB) del Instituto Nacional de Estadística INEGI 2017 y son utilizadas para caracterizar geográficamente a una cierta cantidad de población. Permitiendo de esta manera concatenar y relacionar resultados e información demográfica en los Modelos de Demanda de Transporte. (Ortúzar, 2008)

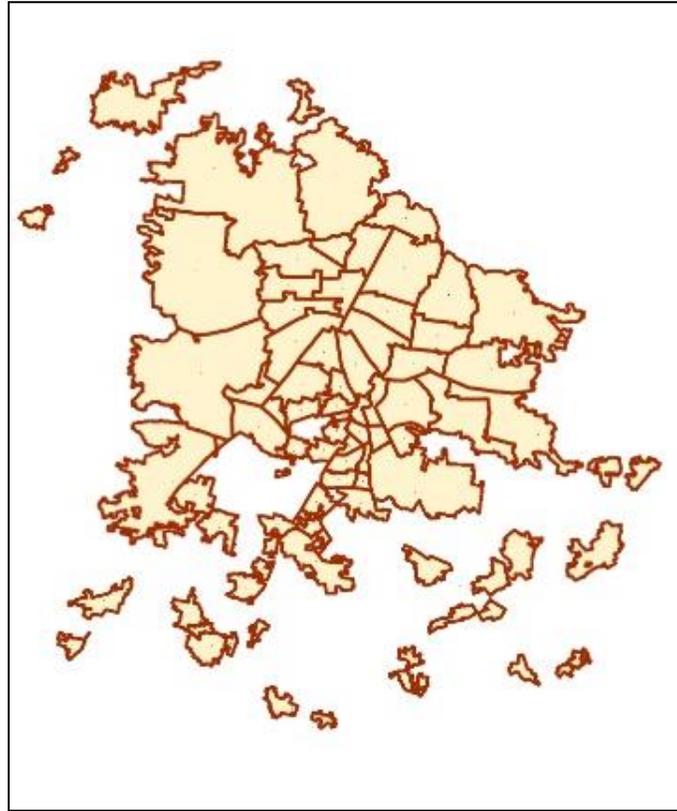
La zonificación quedó conformada por un total de siete municipios del AMG, agrupando un total de 71 zonas distribuidas por municipio como se muestra en la Tabla 12.

*Tabla 12 Distribución de zonas por municipios de la AMG*

CVE_MPO	MUNICIPIO	NO. ZONAS
039	Guadalajara	17
044	Ixtlahuacán de los Membrillos	1
070	El Salto	1
097	Tlajomulco de Zúñiga	21
098	San Pedro Tlaquepaque	24
101	Tonalá	3
120	Zapopan	4

*Fuente: Elaboración propia*

Mapa 54 Zonificación AMG



Fuente: Elaboración propia

## 2. Análisis de la matriz origen – destino

Con la información obtenida en las encuestas realizadas durante los trabajos de campo fueron obtenidos los pares de viajes (un mismo origen con un mismo destino) entre las zonas que cubre la demanda de la red de transporte público del AMG y el área de estudio. La repetición de estos pares de viajes dará lugar a las líneas de deseo, a partir de las que el modelo de demanda asignará los viajes a los diferentes medios de transporte del sistema.

La demanda ha sido segmentada en tres categorías a partir de los resultados de la encuesta origen destino de acuerdo con el motivo de viaje, con el fin de que los viajes de trabajo y estudios, que se realizan con mayor periodicidad, tengan mayor influencia en los resultados del modelo. Las categorías se muestran en la Tabla 13.

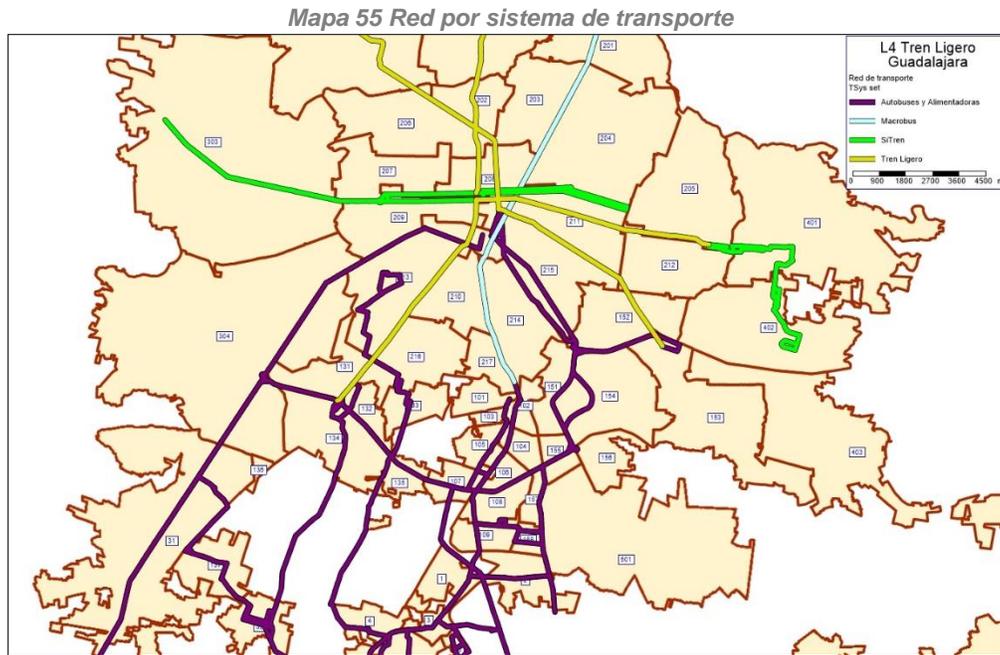
Tabla 13 Segmentos de la demanda

CODIGO	SEGMENTO DE DEMANDA
T	Trabajo
E	Estudio
O	Otros

Fuente: Elaboración propia

### 3. Identificación de las líneas y rutas de transporte público

En los estudios de campo de frecuencia de paso fueron identificadas las rutas con sus respectivos trayectos, además de los sistemas de transporte público masivo que influyen directamente en el sistema, como se muestra en el Mapa 55.



*Fuente: Elaboración propia*

Se definió entonces una red de 5,420 enlaces, los cuales cuentan con sus características geométricas y operativas como el número de carriles y su velocidad. Los enlaces fueron identificados de acuerdo con el tipo de sistema de transporte principal al que presta el servicio, como se muestra en la Tabla 14.

**Tabla 14 Sistemas de Transporte**

CODIGO	SISTEMA DE TRANSPORTE
A	Alimentadoras
B	Bus
M	Macrobús
ST	SiTren
TL	Tren Ligero
W	Walk

*Fuente: Elaboración propia*

✓ Modelación de las rutas

Para la modelación de las rutas de transporte público y los sistemas de transporte público masivo se definieron 309 puntos de parada que dan servicio a 25 rutas de transporte y tres de tren ligero dentro del área de influencia del proyecto, que se encuentran clasificadas en la *Tabla 15*. Se encuentra incluida la Línea 3 del Tren Ligero que, aunque no se encuentra en operación, se incluyó bajo condiciones de operación por debajo de las esperadas, pero provee al modelo de la conectividad necesaria para aquellos viajes con origen o destino en el municipio de Zapopan.

*Tabla 15 Número de rutas por sistema de transporte*

CODIGO	SISTEMA DE TRANSPORTE	NO. RUTAS
A	Alimentadoras	3
B	Bus	18
M	Macrobus	1
ST	SiTren	3
TL	Tren Ligero	3

*Fuente: Elaboración propia*

✓ Asignación de viajes

La demanda del modelo es producto de la encuesta origen – destino obtenida en campo, la cual ha sido validada y codificada de acuerdo con la zonificación. El modelo de demanda asignará los viajes a aquellas rutas que cumplan, de manera más eficiente, las líneas de deseo de los pasajeros, considerando sus distancias, frecuencias de paso, velocidades y número de transferencias, por mencionar las variables más relevantes.

#### 4. Periodos de evaluación

Se definieron, con base en los estudios de frecuencia y ocupación vehicular, los periodos de análisis, los cuales fueron:

- Hora de máxima demanda del periodo matutino: 7:00h 8:00h
- Hora valle de 12:00h a 13:00h
- Hora de máxima demanda del periodo vespertino: 19:00h a 20:00h

#### 5. Factor de expansión horario

El modelo de simulación evalúa tres diferentes periodos. Con el objetivo de encontrar la demanda diaria es necesario expandir la información horaria a diaria con base en la información recabada en campo, es decir, a partir de los estudios de frecuencia de paso.

La obtención del factor consiste en encontrar la hora de máxima demanda de un periodo definido y dividirlo entre la suma del total de demanda del total del periodo definido. Los factores de expansión utilizados consideran cuatro horas para el periodo matutino, cuatro

horas para el periodo valle y ocho horas para el periodo vespertino, como se observa en la Tabla 16.

*Tabla 16 Factor de expansión horario*

Periodo	Horas de Estudio	Factor de Expansión
<b>Matutino</b>	4	3.24
<b>Valle</b>	4	3.05
<b>Vespertino</b>	8	6.48

*Fuente: Elaboración propia*

## 6. Tasas de Crecimiento

- **Tendencia de crecimiento<sup>13</sup>**

En la Tabla 17 se muestra la tasa de crecimiento media anual (TCMA) de la población de las tres cuencas sobre las que se encuentra el área de influencia del trazo del troncal de Línea 4. Para el 2025, la TCMA de las cuencas será del 1% respectivamente, por lo tanto, para el año 1 (2024) del proyecto será esta tendencia de crecimiento que se tomará en consideración como uno de los indicadores para determinar la demanda futura del sistema.

*Tabla 17 Tendencia de crecimiento por cuenca*

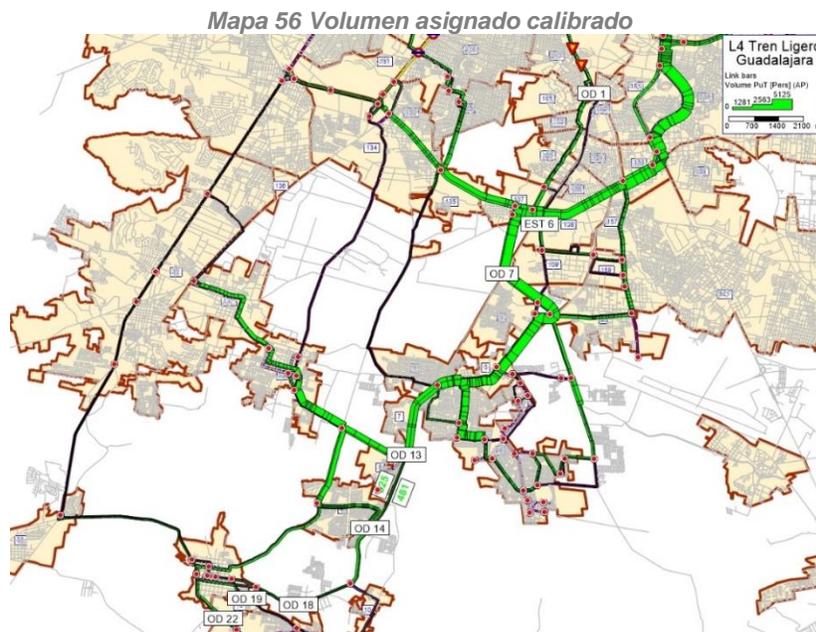
Años	Cuenca de Tlajomulco		Cuenca Tlaquepaque		Cuenca Guadalajara	
	Población	TCMA	Población	TCMA	Población	TCMA
2005	48,561		116,301		8,953	
2010	95,363	14.45%	96,628	-3.64%	9,301	0.77%
2015	123,016	5.22%	111,340	2.87%	19,778	16.29%
2019	124,434	0.29%	120,953	1.67%	12,993	-8.06%
2020	137,968	10.88%	123,857	0.48%	12,536	-0.71%
2021	132,603	-3.89%	123,393	-0.08%	13,276	1.15%
2022	136,688	3.08%	124,613	0.20%	13,418	0.21%
2023	140,773	2.99%	125,834	0.20%	13,560	0.21%
2024	144,857	2.90%	127,054	0.19%	13,702	0.21%
2025	147,956	2.14%	130,315	0.51%	12,901	-1.20%
2030	156,978	1.19%	136,293	0.90%	13,209	0.47%

*Fuente: Elaboración propia*

<sup>13</sup> Información elaborada a partir de Censo Económicos 2010,2015 INEGI e información SIOP

- ***Demanda del modelo en situación actual***
- ***Hora de Máxima Demanda del periodo Matutino***

En el Mapa 56 se muestran los volúmenes de la demanda asignados calibrados sobre el trazo de línea 4 durante el periodo de máxima demanda de la mañana, de 7:00h a 8:00h. en donde se observa que, a partir de la matriz origen – destino, los viajes tienden a conectarse con el trazo de línea 4 desde la zona oriente del anillo Periférico, seguidos hacia el poniente por el Anillo Periférico en el norte y Santa Anita en el sur. Se muestra también que la cantidad de viajes se reduce de manera gradual desde el norte hacia el sur del trazo de línea 4. Sobre la mitad norte del corredor propuesto se mantiene un volumen de más de 4,000 pasajeros a bordo.



*Fuente: Elaboración propia*

Durante la hora de máxima demanda del periodo matutino, de 7:00h a 8:00h, fueron asignados 14,466 viajes desde la matriz origen destino; el 63% de estos fueron de trabajo, el 28% de estudio y el 10% restante de otros. A partir de la matriz el modelo asignó 26,360 abordajes a lo largo del corredor.

En la Tabla 18 se muestra que el tiempo total de viaje es de casi una hora con 28 minutos, en donde una hora con 9 minutos son a bordo de la unidad, con 4 minutos de caminata, 7 de espera y 7 de transferencia. Se observa también que, en promedio, los usuarios realizan menos de una transferencia.

**Tabla 18 Resumen de situación sin proyecto de la HMD AM en 2019**

Situación en 2019 AM	
Tiempo Viaje a Bordo (min.)	1h 9min 18s
Tiempo Caminata (min.)	4min 44s
Tiempo Espera (min.)	7min 39s
Tiempo Espera a la transferencia (min.)	6min 31s
Tiempo Total de Viaje (min.)	1h 28min 12s
Costo Generalizado (min.)	1h 55min 20s
Total, de abordajes	26,360
Total, de viajes asignados	14,466
Número de transferencias promedio	0.82

*Fuente: Elaboración propia*

- **Hora Valle**

Durante la hora valle, de 12:00h a 13:00h, se asignaron 7,132 viajes; el 40% de ellos fue de trabajo, el 21% de estudio y el 39% restante como otros. Esta asignación generó en el modelo un total de 13,439 abordajes. En la Tabla 19 se muestra que, durante ese periodo, el tiempo total de viaje es de una hora con 29 minutos.

**Tabla 19 Resumen de situación sin proyecto de la HV en 2019**

Situación en 2019 HV	
Tiempo Viaje a Bordo (min.)	1h 12min 35s
Tiempo Caminata (min.)	5min 1s
Tiempo Espera (min.)	6min 14s
Tiempo Espera a la transferencia (min.)	5min 28s
Tiempo Total de Viaje (min.)	1h 29min 18s
Costo Generalizado (min.)	1h 55min 1s
Total, de abordajes	13,439
Total, de viajes asignados	7,132
Número de transferencias promedio	0.88

*Fuente: Elaboración propia*

- **Hora de Máxima Demanda del periodo Vespertino**

Durante la hora de máxima demanda de la tarde, entre las 19:00h a 20:00h fueron asignados 11,663 viajes a partir de la matriz origen destino. El 73% de estos viajes fue de trabajo, el 14% de estudios y el 12% restante de otros. En la Tabla 20 se muestra que el tiempo total de viaje durante este periodo es de una hora con 29 minutos, mientras que el tiempo de caminata es de dos minutos, el de espera es de 6 minutos y el de transferencia de casi 6 minutos. Durante esta hora el promedio de transferencias alcanza una.

*Tabla 20 Resumen de situación sin proyecto de la HMD PM en 2019*

Situación en 2019 PM	
Tiempo Viaje a Bordo (min.)	1h 14min 30s
Tiempo Caminata (min.)	2min 2s
Tiempo Espera (min.)	6min 43s
Tiempo Espera a la transferencia (min.)	5min 58s
Tiempo Total de Viaje (min.)	1h 29min 14s
Costo Generalizado (min.)	1h 54min 14s
Total, de abordajes	23,645
Total, de viajes asignados	11,663
Número de transferencias promedio	1.03

*Fuente: Elaboración propia*

- **Demanda Diaria Situación Actual 2019**

Para obtener la Demanda Diaria de la Situación Actual el modelo de simulación evalúa tres diferentes periodos; la hora de máxima demanda del periodo matutino, la hora de máxima demanda del periodo vespertino y la hora valle, con el objetivo de encontrar la demanda diaria es necesario expandir la información horaria a diaria con base en la información recabada en campo.

Para ello se multiplican los viajes asignados de las tres horas antes mencionadas (AM, Valle Y PM) por el factor de expansión que le corresponde a cada uno de los tres periodos los cuales se muestran en la Tabla 16.

La Demanda Diaria Situación actual 20149 es de **93,362 viajes**, con las calibraciones que realiza el modelo se puede obtener la asignación viajes para cada una de las 25 rutas que se modelan, las cuales se muestran en la Tabla 21.

*Tabla 21 Resumen de situación sin proyecto en todo el día en 2019*

Rutas Actuales	Viajes
187	6690.85
176A Robles	3691.7
187B (188)	3691.7
619 amarilla	8997.45
623A Chulavista - Valle Dorado	14997
382 Providencia	4750
171	1909
175A	3138
176 Chulavista	2065
186 Central Vieja	3057
186 López Mateos	6505
186 San Sebastián	286
383	111
619 cántaros	1362
619 Amarillo Closter	583
619 naranja	1404
619 roja Vía 1	1076
619 roja Vía 2	6232
623 Aqua	5492
623 santa Cruz	4166
AM_08	448
AM_19	8161
AM_20	2528
<b>Total</b>	<b>93,362</b>

*Fuente: Elaboración propia*

## 7. Demanda del sistema con proyecto

Las características del proyecto troncal, las rutas alimentadoras y las tasas de crecimiento de la población de las tres cuencas que cubren el área del proyecto, las cuales se muestran en la Tabla 4, fueron introducidas al modelo de simulación para obtener la demanda del sistema con estas nuevas condiciones, además de los indicadores necesarios para evaluar su viabilidad. El año 1 de proyecto considerado para la evaluación es el 2024 por el tiempo requerido para la operación. Al igual que en la calibración del modelo se evaluarán tres diferentes periodos.

- Hora de máxima demanda del periodo matutino: 7:00h a 8:00h
- Hora valle de 12:00h a 13:00h
- Hora de máxima demanda del periodo vespertino: 19:00h a 20:00h

En los siguientes párrafos se describen los resultados del modelo en los periodos simulados.

### • **Hora de Máxima Demanda del periodo Matutino**

Durante este periodo fueron asignados 15,276 viajes, los cuales generaron 26,688 abordajes en todo el sistema. En la Tabla 22 se observa que en este escenario el tiempo total de viaje es de una hora con 21 minutos, un ahorro de 9 minutos con respecto al estado actual (2019) sin proyecto. El tiempo de caminata es de 6 minutos y medio, el tiempo de espera es superior a 9 minutos y el tiempo de transferencia es de 6 minutos.

Tabla 22 Resumen de situación con proyecto de la HMD AM en 2024

Situación con proyecto 2024	
Tiempo Viaje a bordo (min.)	59min 24s
Tiempo Caminata (min.)	6min 27s
Tiempo Espera (min.)	9min 23s
Tiempo Espera a la transferencia (min.)	6min 31s
Tiempo Total de Viaje (min.)	1h 21min 44s
Costo Generalizado (min.)	1h 51min 34s
Total, de abordajes	26,688
Total, de viajes asignados	15,276
Número de transferencias promedio	0.75

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 23 se observa la demanda de abordajes para el corredor troncal por sentido durante la HMD del periodo matutino en el año 1 de operación, en donde se alcanzarían los 3,508 abordajes. Se observa que el 73% de los abordajes se encuentran en dirección norte durante el periodo.

Tabla 23 Demanda del corredor troncal durante la HMD AM en 2024

Demanda Troncal AM 2024	
Sentido	Abordajes
NORTE	2,572
SUR	936
AMBOS	<b>3,508</b>

Fuente: Elaboración propia

- **Hora Valle**

Durante la hora valle, entre las 12:00h y 13:00h, fueron asignados 7,532 viajes al modelo, el cual arrojó un total de 14,381 abordajes dentro del sistema. En la *Tabla 24* se muestra que el tiempo total de viaje es de una hora con 19 minutos; 59 minutos a bordo de la unidad, 6 minutos de caminata, 6 minutos de espera y 5 minutos de transferencia.

Tabla 24 Resumen de situación con proyecto de la HV en 2024

Situación con proyecto 2024	
Tiempo Viaje a bordo (min.)	59min 43s
Tiempo Caminata (min.)	6min 51s
Tiempo Espera (min.)	6min 48s
Tiempo Espera a la transferencia (min.)	5min 50s
Tiempo Total de Viaje (min.)	1h 19min 12s
Costo Generalizado (min.)	1h 47min 56s
Total, de abordajes	14,381
Total, de viajes asignados	7,532
Número de transferencias promedio	0.91

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 25* se observa que en este periodo el corredor troncal alcanza los 2,655 abordajes, en donde el 56% son en dirección norte.

Tabla 25 Demanda del corredor troncal durante la HV PM en 2024

Demanda Troncal HV 2024	
Sentido	Abordajes
NORTE	1,492
SUR	1,163
AMBOS	<b>2,655</b>

Fuente: Elaboración propia

- **Hora de Máxima Demanda del periodo Vespertino**

En este periodo fueron asignados 12,316 viajes, los cuales tuvieron un total de 25,280 abordajes entre los diferentes sistemas. En la *Tabla 26* se muestra que el tiempo total de viaje es de una hora con 18 minutos; 1 hora a bordo del vehículo, 3 minutos de caminata, 7 minutos de espera y 6 minutos de transferencia.

*Tabla 26 Resumen de situación con proyecto de la HMD PM en 2024*

<b>Situación con proyecto 2024</b>	
Tiempo Viaje a bordo (min.)	1h 44s
Tiempo Caminata (min.)	3min 35s
Tiempo Espera (min.)	7min 24s
Tiempo Espera a la transferencia (min.)	6min 55s
Tiempo Total de Viaje (min.)	1h 18min 38s
Costo Generalizado (min.)	1h 47min 4s
Total, de abordajes	25,280
Total, de viajes asignados	12,316
Número de transferencias promedio	1.05

*Fuente: Elaboración propia*

En la *Tabla 27* se observa que, durante este periodo, el corredor troncal alcanza los 4,880 abordajes, en donde el 53% de ellos, 2,630, llevan dirección norte.

*Tabla 27 Demanda del corredor troncal durante la HMD PM en 2024*

<b>Demanda Troncal HMD PM 2024</b>	
<b>Sentido</b>	<b>Abordajes</b>
NORTE	2,630
SUR	2,251
AMBOS	<b>4,880</b>

*Fuente: Elaboración propia*

- **Demanda diaria del sistema Situación con Proyecto 2024**

Derivado de la obtención de las demandas troncales en 2024 en los tres horarios y haber aplicado los factores de expansión diarios a la misma.

*Tabla 28 Factor de expansión diario*

Periodo	Horas de Estudio	Factor de Expansión
<b>Matutino</b>	4	3.24
<b>Valle</b>	4	3.05
<b>Vespertino</b>	8	6.48

Fuente: Elaboración propia

El modelo identifico que el sistema realizará **106, 249 viajes diarios** en el año 2024 1er año de operación.

Se determinó que el 48% de los viajes serán realizados por el corredor troncal con una demanda diaria de 51,078 viajes, mientras que el 52% restante serán realizados por las rutas alimentadoras del sistema, con 55,171 viajes.

En la *Tabla 29* se muestra la composición de los viajes en el sistema durante los tres periodos. Se observa que, durante el periodo matutino, el número de viajes únicos es superior, mientras que en el periodo vespertino se realizan más transferencias entre el corredor troncal y las alimentadoras.

*Tabla 29 Composición de los viajes del corredor troncal*

DISTRIBUCION DE ABORDAJES HMD			
	HMD AM	HV	HMD PM
Viajes unicos	7,064	3,418	4,520
Viajes con transferencia	6,038	2,236	3,784
Viaje con dos transferencias	1,207	875	3,120
Viaje con más de dos transferencias	967	886	892
<b>Total de viajes asignados</b>	<b>15,276</b>	<b>7,415</b>	<b>12,316</b>

Fuente: Elaboración propia

## • Demanda del corredor Troncal

La demanda del corredor troncal, es decir la demanda del tre-tram línea 4 es del 51,078 viaje durante el día. En la *Tabla 30* se muestra la demanda del tren en sus diferentes sentidos y en las horas de máxima demanda en ambos sentidos. Se observa que, en el sentido norte – sur, la mayor cantidad de viajes se presenta en la hora de máxima demanda del periodo vespertino, entre las 19:00h y 20:00h con 4,880 abordajes viajes.

*Tabla 30 Demanda del tren ligero en periodos de máxima demanda por sentido*

	Demanda HMD AM	Demanda HV	Demanda HMD PM
<b>Sur</b>	936	1,163	2,251
<b>Norte</b>	2,572	1,492	2,630
<b>Total</b>	<b>3,508</b>	<b>2,655</b>	<b>4,880</b>
<b>Factor de expansión</b>	3.24	3.046	6.48
<b>Demanda Diaria del Troncal</b>	<b>51,078</b>		

*Fuente: Elaboración propia*

Del total de las 25 rutas de transporte analizadas, solo seis de ellas fueron consideradas como rutas alimentadoras y se crearon dos nuevas, por lo cual se tendrá un total de 8 rutas alimentadoras, estas contarán con un parque vehicular mixto compuesto por 51 unidades, de las cuales 19 serán de tipo van y 33 serán autobuses. La mitad será operada por autobuses, mientras que la otra mitad será operada por unidades tipo van debido a su menor longitud de recorrido y a su menor demanda diaria de pasajeros. Las rutas A01, A03, A07 y A08 serán operadas por autobuses y las rutas A02, A04, A05 y A06 serán operadas por vehículos de tipo van, como se puede ver en la Tabla 31.

*Tabla 31 Demanda diaria del sistema en 2024*

Ruta Propuesta	Ruta Referencia	Ida - Vuelta	Tipo de Unidad	Long ida - vuelta	Longitud Total	Velocidad	Tiempo de Recorrido	Intervalo	Vehículos	Demanda Día
L4 TEU	Troncal	L4 TEU-1	Tren	22.32	44.64	15	117	8	12	51,078
		L4 TEU-2		22.32						
A 01 L4	187	A 01 L40-1	Autobús	13.8	27.9	13.4	135	14	10	7,043
		A 01 L4-2		14.1						
A 02 L4	176A Robles	A 02 L4-1	Van	1.49	3.13	13.4	24	6	4	3,886
		A 02 L4-2		1.64						
A 03 L4	187B (188)	A 03 L4-1	Autobús	16.47	32.9	13.4	157	14	11	3,886
		A 03 L4-2		16.43						
A 04 L4	619 Amarilla	A 04 L4-1	Van	6.53	12.95	13.4	68	10	7	9,471
		A 04 L4-2		6.42						
A 05 L4	Propuesto	A 05 L4-2	Van	2.78	5.6	13.4	35	9	4	5,100
		A 05 L4-1		2.82						
A 06 L4	Propuesto	A 06 L4-1	Van	3.28	6.52	13.4	39	10	4	5,000
		A 06 L4-2		3.24						
A 07 L4	623A Chulavista - Valle Dorado	A 07 L4-1	Autobús	11.54	23.21	13.4	114	14	8	15,786
A 08 L4	382 Providencia	A 08 L4-1	Autobús	5.24	10.46	13.4	57	14	4	5,000
		A 08 L4-2		5.22						
<b>Total del Sistema:</b>										<b>106,249</b>

*Fuente: Elaboración propia*

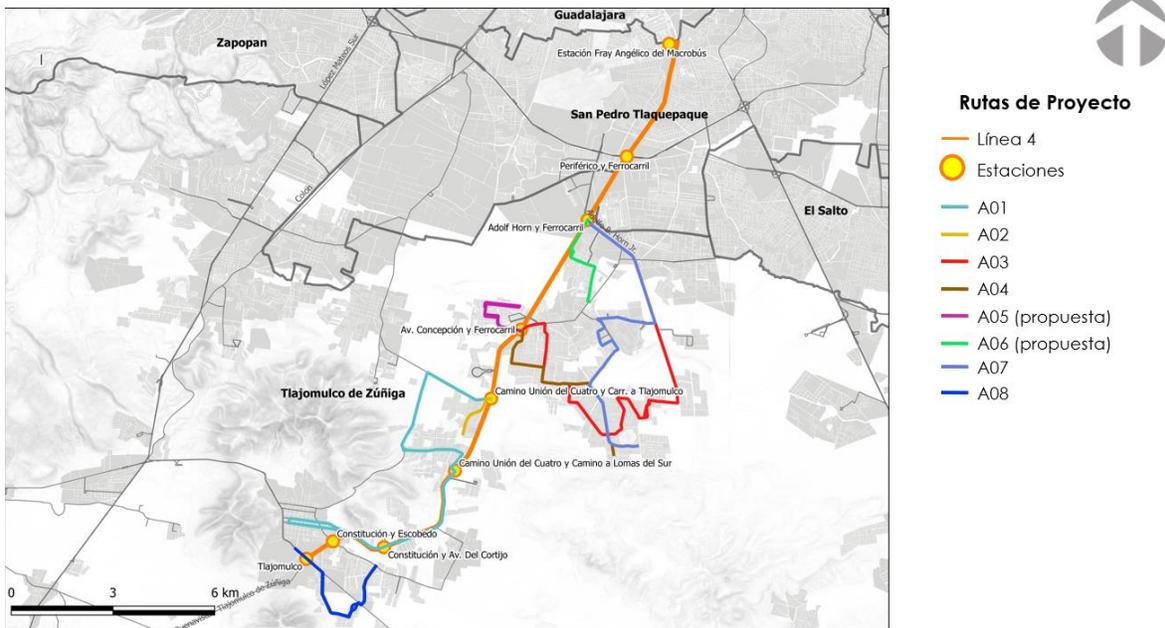
Se plantea una velocidad comercial promedio de 13.4 kilómetros por hora para todas las rutas alimentadoras y de 15km/h para el tren, logrando así recorridos entre los 35 y 135

minutos. El recorrido más largo será el de la ruta alimentadora A03, ya que su recorrido total será de 32.9 kilómetros tendrá una duración de 157 minutos y tendrá una demanda diaria de 3,886 viajes.

La ruta más corta será la A02 con una longitud de 3.13 kilómetros, los cuales serán recorridos en 24 minutos y contarán con una demanda diaria de 3,886 viajes. La demanda diaria de viajes por ruta tendrá una variación de entre los 3,886 y los 15,786 viajes diarios.

De las Ocho rutas que se designarán como alimentadoras del sistema, seis de ellas existentes y dos de ellas de nueva creación, como se puede ver en el Mapa 57.

Mapa 57 Recorrido de las rutas alimentadoras de proyecto



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 32 se observa que únicamente la ruta troncal contará con una unidad de reserva. Se muestra también que el sistema operará durante 316 días al año.

*Tabla 32 Flotas y operación de las rutas*

Rutas actuales	Rutas propuestas	Flota operativa	Flota reserva	Longitud	Días año	Tipo de unidad
-	Troncal	11	1	21.8	316	Tren
187	A1	10	0	13.95	316	Autobús
176 A Robles	A2	4	0	1.565	316	Van
187 B (188)	A3	11	0	16.45	316	Autobús
619 amarilla	A4	7	0	6.47	316	Van
-	A5	4	0	2.8	316	Van
-	A6	4	0	3.26	316	Van
623 A	A7	8	0	11.605	316	Autobús
382	A8	4	0	5.23	316	Autobús

*Fuente: Elaboración propia*

Las rutas que contarán con mayor cantidad de vehículos son la A03 y la A01 con 11 y 10 autobuses, respectivamente. Esto se debe a que son las rutas con recorridos más largos.

En la *Tabla 33* se muestra el resumen de la demanda diaria de viajes por tipo de unidad para el año 1 de operación en 2024. Se observa que del total de viajes; 106,249, el tren abarcará el 48% de ellos, los autobuses cubrirán el 30% y las van cubrirán el 22% de viajes restante.

*Tabla 33 Resumen de demanda diaria de viajes*

Tipo de Unidad	Unidades	Viajes
Tren	12	51,078
Autobús	33	31,714
Van	19	23,457
<b>Total del Sistema</b>	<b>64</b>	<b>106,249</b>

*Fuente: Elaboración propia*

- **Comportamiento de la demanda en el horizonte del tiempo**

En la Tabla 34 se muestran la tasa de crecimiento de la matriz en sus tres diferentes motivos de viajes, en periodos quinquenales. Del 2045 al 2050 la tasa de crecimiento de los tres indicadores es del 3%.

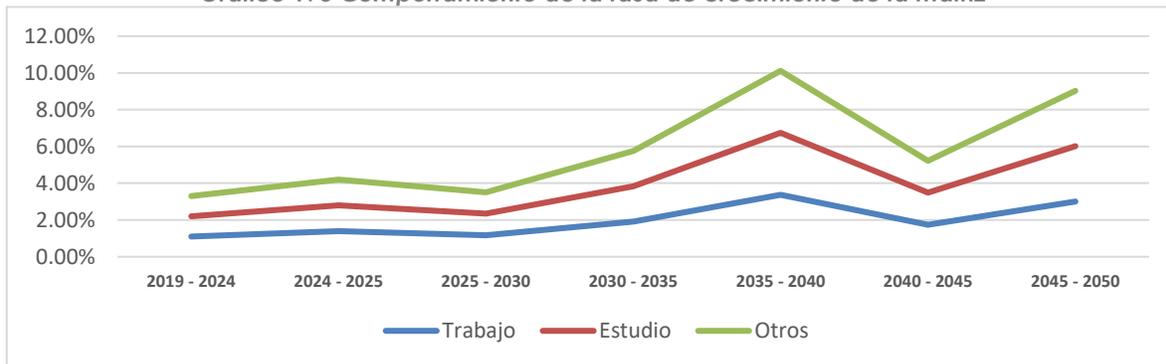
*Tabla 34 Tasas de crecimiento de la matriz origen destino en periodos quinquenales*

Años	Segmento		
	Trabajo	Estudio	Otros
2019 - 2024	1.10%	1.10%	1.10%
2024 - 2025	1.40%	1.40%	1.40%
2025 - 2030	1.17%	1.17%	1.17%
2030 - 2035	1.92%	1.92%	1.92%
2035 - 2040	3.37%	3.37%	3.37%
2040 - 2045	1.74%	1.74%	1.74%
2045 - 2050	3.01%	3.01%	3.01%

*Fuente: Elaboración propia*

En el Gráfico 178 se muestra el comportamiento de los viajes que se realizan por los tres diferentes motivos del 2024 al 2050, en donde se observa que de 2035 - 2040 se tienen un crecimiento mayor de la demanda.

*Gráfico 178 Comportamiento de la tasa de crecimiento de la matriz*



*Fuente: Elaboración propia*

En la Tabla 35 se muestran la proyección de la demanda de viajes en un corto, mediano y largo plazo, esto en con o sin proyecto en las HMD am y pm. En el corto plazo que va del 2024 al 2030 aumentara un 7% en todos los escenarios. En el mediano plazo que va del 2035 al 2040 la demanda de viajes aumentará cerca del 15% y a largo plazo la demanda crecerá aproximadamente 16%.

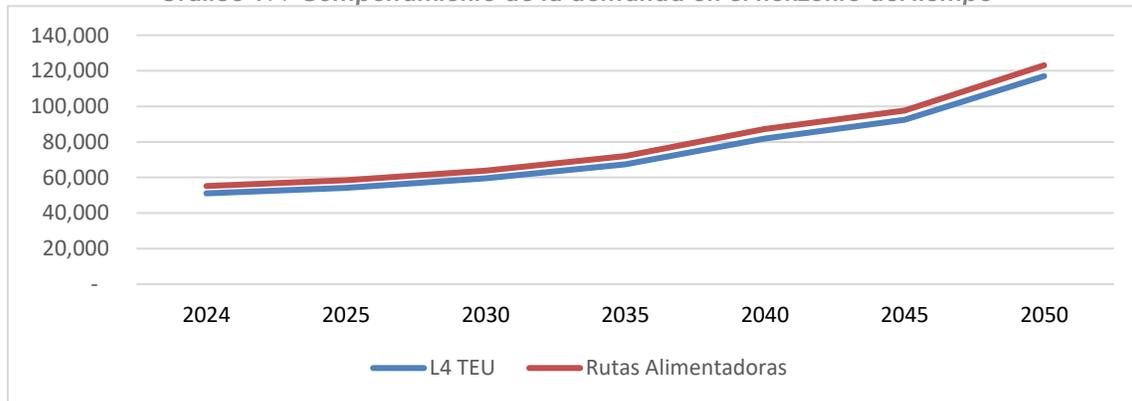
Tabla 35 Demanda en el horizonte del tiempo

Ruta Propuesta	Corto Plazo			Mediano Plazo		Largo Plazo	
	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050
<b>L4 TEU</b>	<b>51,078</b>	<b>54,246</b>	<b>59,614</b>	<b>67,338</b>	<b>81,915</b>	<b>92,379</b>	<b>116,988</b>
A 01 L4	7,043	7,466	8,145	9,204	11,137	12,473	15,716
A 02 L4	3,886	4,119	4,494	5,078	6,145	6,882	8,671
A 03 L4	3,886	4,119	4,494	5,078	6,145	6,882	8,671
A 04 L4	9,471	10,039	10,953	12,377	14,976	16,773	21,134
A 05 L4	5,100	5,406	5,898	6,665	8,064	9,032	11,380
A 06 L4	5,000	5,300	5,782	6,534	7,906	8,855	11,157
A 07 L4	15,786	16,733	18,256	20,629	24,961	27,957	35,225
A 08 L4	5,000	5,300	5,782	6,534	7,906	8,855	11,157
<b>Total del Sistema:</b>	<b>106,250</b>	<b>112,728</b>	<b>123,418</b>	<b>139,437</b>	<b>169,154</b>	<b>190,087</b>	<b>240,100</b>

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 179 se muestra el comportamiento de la demanda a partir del 2024 hasta el 2050, en donde se observa que tanto las rutas alimentadoras como el corredor troncal tendrá un crecimiento similar. Para el 2050 la demanda del sistema crecerá más del 100% con 240,100 viajes.

Gráfico 179 Comportamiento de la demanda en el horizonte del tiempo



Fuente: Elaboración propia

## 8. Propuesta del Sistema de Transporte Línea 4

---

El modo de transporte masivo ferroviario denominado Tren-Tram se define como un vehículo que combina características de tranvía, es decir, que es capaz de circular por las calles de una ciudad, en general a velocidades de hasta 50 km/h, al mismo tiempo que tiene características de un tren capaz de circular por una línea ferroviaria convencional hasta en velocidades del orden de 100-110 k/h. De esa forma se posibilitan viajes conurbados e incluso regionales sin la necesidad de que los usuarios realicen un transbordo de la periferia hasta el centro de la ciudad.

El Tren -Tram combina lo mejor del ferrocarril ya que puede operar en velocidades puntas de hasta 90-100 km/h y al mismo tiempo del tranvía, con bajos costos de ejecución puesto que se evitan los túneles típicos de las integraciones urbanas del ferrocarril y una mayor accesibilidad ya que sus vehículos son de piso bajo como los tranvías, lo cual a su vez ahorra infraestructura en estaciones. Este modo de transporte se considera como el medio idóneo para conectar entre si diferentes municipios que no formen una conurbación pero que tengan la masa crítica de demanda necesaria como para justificar un transporte de capacidad media.

En los tramos por ciudad, el Tren-Tram registra una mayor integración al contexto urbano, ya que permite ganar zonas verdes y eliminar núcleos de insalubridad creados en los márgenes de las vías ferroviarias, esto debido a que este modo utiliza una plataforma tranviaria por lo cual los márgenes simplemente no existen. Por otro lado, fuera de la mancha urbana la infraestructura utilizada por el Tren-Tram es ferroviaria, lo que permite parámetros típicos del ferrocarril tanto en velocidad como en señalización, lo cual permite una reducción en los tiempos de viaje. Adicionalmente, el Tren-Tram es compatible con la infraestructura ferroviaria ya que puede utilizarla directamente como si se tratase de un tren de cercanías, también denominado como interurbano.

El Tren-Tram o tren-tranvía (En inglés: Tram-train) es un vehículo derivado del tranvía capaz de ejecutar varias rutas. La doble capacidad de voltaje del Tren-Tram, lo cual permite el acceso a las infraestructuras de ferrocarriles y tranvías, ya que puede funcionar dentro de las normas ferroviarias y pasar a un funcionamiento en modo tranvía al entrar en la ciudad. Todos los sistemas de alimentación y señalización ferroviaria actuales, incluso en configuraciones «híbridas» con motores diésel, pueden ser incorporadas a este sistema, lo cual permite al Tren-Tram operar en el centro de la ciudad discurrir a velocidades menores de 70 km/h y al mismo tiempo, en la red ferroviaria regional a velocidades máximas de unos 100 km/h para conectar sin problemas a estaciones situadas más allá de áreas periurbanas.

## ▪ Ventajas

- Es menos ruidoso y contaminante que un autobús. Al no generar emisiones directamente, en comparación con otros medios de transporte, se considera más beneficioso que el autobús en zonas que ya sufren contaminación por emisiones de vehículos. Además, su menor consumo de energía por pasajero lo hace más eficiente que otros medios de transporte.
- Un sistema de transporte que una la versatilidad de los tranvías urbanos para circular por el viario, con la rigidez de una red ferroviaria de cercanías para alcanzar núcleos de población a cierta distancia de la ciudad.
- Este sistema ha tenido tanto éxito por las posibilidades que ofrece a los ciudadanos en sus desplazamientos, pues evita tener que usar trenes de Cercanías y luego transbordar al tranvía.
- Consume mucha menos energía eléctrica que el metro (no requiere iluminación de estaciones y de accesos).
- Mejora la balanza energética de las ciudades, evitando la importación de combustibles fósiles con el consiguiente ahorro económico y mejora del balance de emisiones de gases de cambio climático.
- Ocupa un carril de calzada más angosto del que necesita un autobús, debido a que carece de desplazamientos laterales, lo que racionaliza el uso del escaso espacio público urbano. En muchas ocasiones comparte carril con el bus y otros vehículos.
- La construcción de su infraestructura es mucho más económica que la del metro, lo que hace que sea más viable.
- La accesibilidad es más sencilla porque no hay escaleras u otras barreras para acceder a los andenes, y además hay tranvías de piso bajo, lo que permite ahorrar tiempo en las paradas, aumentando la velocidad comercial. Al permitir una accesibilidad prácticamente total, resulta muy atractivo para personas con movilidad reducida, embarazadas o mayores mejorando su independencia.
- Reducción del número de accidentes al eliminar vehículos privados de la carretera con una mayor sensación de seguridad en los centros urbanos.
- Suponiéndole de igual capacidad de transporte respecto a un trolebús articulado, y a pesar del mayor coste inicial de la infraestructura, se compensa con un menor consumo energético, debido a algo inherente a todo sistema ferroviario: el bajo rozamiento entre la rueda y el carril.
- Marcha más suave y cómoda, comparada con la de los autobuses o trolebuses.
- Mejora el atractivo económico de los centros urbanos y de las zonas conectadas con tranvía.
- Impacto visual bajo y en muchas ocasiones con posibilidad de eliminar la catenaria (véanse tranvías de Burdeos, Sevilla y Zaragoza) en zonas de especial valor arquitectónico.
- Capacidad de transporte mayor que su equivalente en autobús. Es ideal para zonas con unas demandas de viajeros superiores que el autobús de hasta unos 30 000-40 000 viajeros al día, y que no justifican la implantación de un sistema de trenes de Cercanías.
- Por último, debemos mencionar la distinta estructura de la carrocería en relación con los tranvías habituales. Al circular por líneas ferroviarias, en las que deberán cruzarse con unidades de tren, el carrozado de los tren-tram debe ser notablemente más robusto en sus partes metálicas y los cristales dotados de mayor blindaje que

los de un tranvía, para aminorar el efecto sobre los viajeros de las ondas de presión producidas en los cruces con trenes. En los tranvías la resistencia al choque es de 200 kN mientras que en los trenes es de 1500 kN. En los tren-tram se suele aumentar esta resistencia hasta unos 600 kN.

#### ▪ Desventajas

- Rigidez de sus recorridos, que no les permite sortear un obstáculo que hubiera sobre la vía.
- Mayor costo tanto de la infraestructura como de los vehículos (en relación a los autobuses y trolebuses, aunque menor costo por kilómetro que el Metro y/o Tren Liger). Pese a ello, hay que tener en cuenta la mayor capacidad y vida útil por cada unidad de Tren-Tram respecto a los autobuses. Bien estudiadas, las infraestructuras pueden amortizarse a medio o largo plazo.
- Menor capacidad y velocidad (Con relación a otros tipos de ferrocarril).
- Impacto estético en la zona monumental y urbana cuando se utiliza tendido eléctrico aéreo.
- Los mayores inconvenientes que registra la evidencia empírica internacional acerca del Tren-Tram no necesariamente son aplicables al contexto en el cual operaría la L-4, ya que la vía férrea en la cual se tiene contemplada que opere este modo de transporte actualmente no está construida, por lo cual no existe algún tipo de problema con la compatibilidad de la capacidad y/o voltaje de la electrificación. Adicionalmente, los trenes actuales operan solo con motores a combustión a diésel. Por otra parte, el Tren-Tram no compartirá la infraestructura con algún otro tipo de tren de pasajeros, como el caso de trenes de cercanías o largo itinerario. A continuación, se detallan algunos inconvenientes del Tren-Tram en otros países:
  - ✓ Los problemas que plantea la construcción de unidades de Tren-Tram son muy variados. En primer lugar, la diferencia de altura de los andenes en la ciudad, por la que se circula en modo tranvía, con los andenes en el recorrido ferroviario situados a alturas muy diversas. Las puertas dobles son para andenes de alturas de 190 y 380 mm, existentes en el tramo urbano, y las sencillas para andenes de alturas de 380 y 550 mm en la red de los Ferrocarriles alemanes. La unidad incluye escalones y rampas automáticas para salvar la diferencia de altura entre el piso del tranvía y los diferentes andenes.
  - ✓ Otro de los problemas con los que se enfrenta la construcción de los Tren-Tram es la diferencia de tensión de la catenaria de los tramos urbanos con los ferroviarios de largo itinerario. La tensión de alimentación del tranvía en ciudad suele ser de 600/750 voltios, pero los trazados ferroviarios pueden tener tensiones de 1500, 3000, 15000 e incluso 25000 v, lo que exige dotar a los Tren-Tram de transformadores.
  - ✓ Por todo ello, la homologación de este tipo de unidades es mucho más compleja y rigurosa que si se tratase de tranvías normales. Por supuesto, deben incorporar los dos sistemas de señalización: El tranviario y el ferroviario del que estén dotadas las líneas por las que deba circular.
  - ✓ La estructura de los sistemas ferroviarios en las ciudades está compuesta normalmente por una o varias estaciones en fondo de saco o pasantes a las que llegan los diversos tipos de trenes: Larga Distancia, Media Distancia y Cercanías. El crecimiento de la trama ferroviaria en las grandes ciudades

forzó a crear nuevas infraestructuras para acercar al centro los trenes de Cercanías. En muchos casos esto se ha realizado a base de construir túneles bajo el viario urbano con estaciones también subterráneas cada cierta distancia. Este es el caso de ciudades como París, Madrid, Berlín, Barcelona. etc. En el caso de Berlín, la forma de penetración de la red ferroviaria en la ciudad es mixta: parte en viaducto para la transversal horizontal y subterránea en la vertical.

- ✓ Las estaciones subterráneas de Cercanías, por la longitud de los trenes, no pueden ser muy próximas ya que eso afectaría a la velocidad de los tráficos.

El tren viajará a 100 km/h en velocidad máxima, pero a 40 km/h en velocidad de operación, la cual considera un tiempo de recorrido de menos de 50 minutos del tramo completo. El sistema contará con ocho estaciones; dos se ubicarán en el municipio de Tlaquepaque y seis en el municipio de Tlajomulco.

El sistema será operado por el Sistema de Tren Eléctrico urbano (SITEUR), el cual opera las tres Líneas de Tren Eléctrico Urbano y estará integrado en el sistema de recaudo Mi Transporte.

El ancho de la vía es compatible con la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario, la cual permite utilizar la nueva vía de manera alterna con el servicio de carga, esto previendo posibles contingencias.

El tren será utilizará combustible diésel, pero podrá migrar hacia un sistema eléctrico con la infraestructura necesaria.

- **Corredor Troncal**

El tramo de proyecto del tren tram de línea 4 conectará el CETRAM Fray Angélico en el Km I-266+4 en el municipio de San Pedro Tlaquepaque hasta la estación Tlajomulco en el Km I-287+2 en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga. El proyecto contará con una longitud de 21.8 km, dispuesta con una vía doble, un riel de 115 lb/yd, una pendiente de 1% máximo y un radio de curvatura de 286.48 m. El trazo continúa paralelo a la vía existente cruzando tres municipios: Tlaquepaque, Guadalajara y Tlajomulco de Zúñiga, como se puede ver en el siguiente mapa.

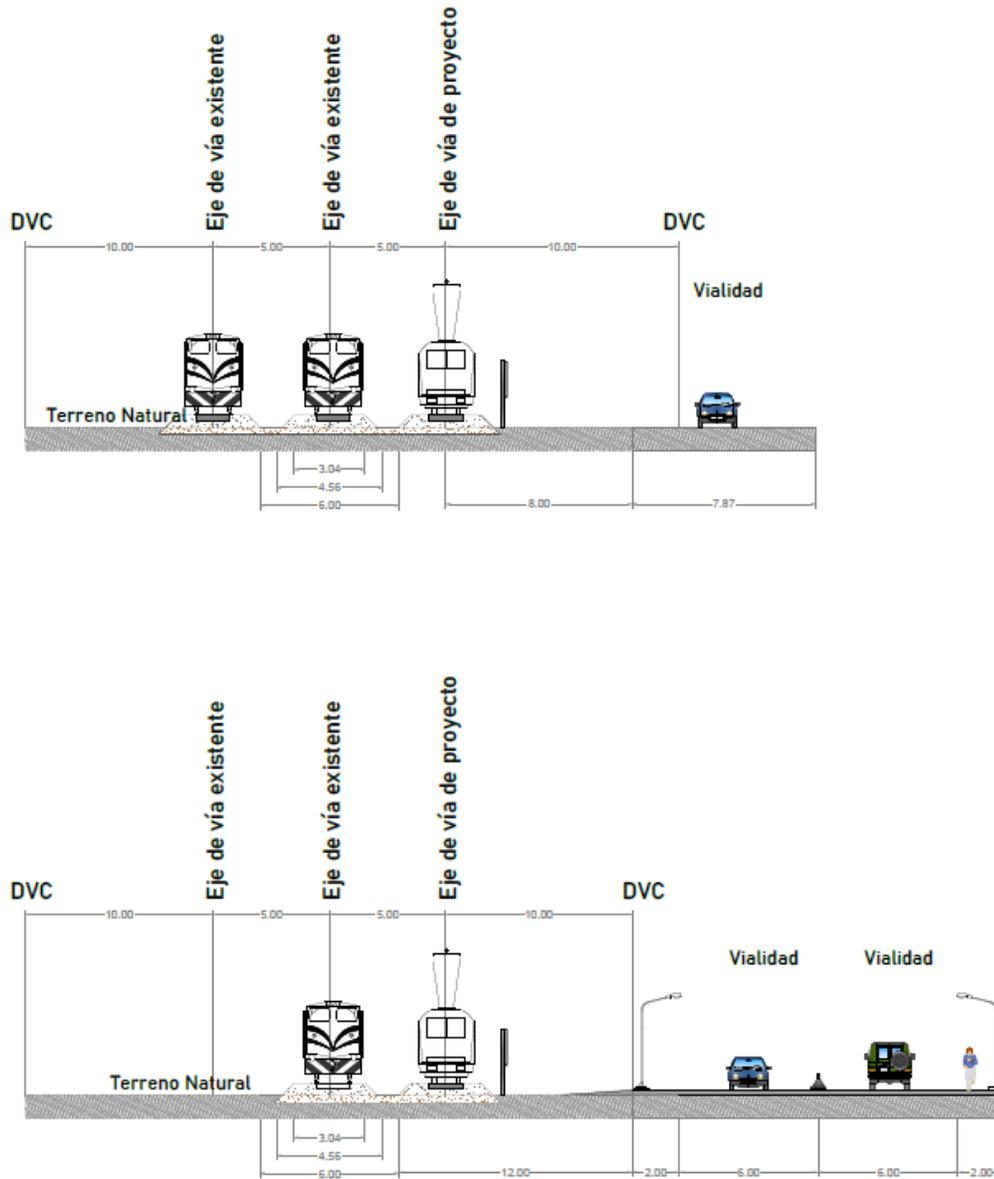


*Fuente: Elaboración propia*

- **Sección de la vía**

La sección tipo del proyecto de Línea 4 contará con un derecho de vía de 15 metros a partir del eje que permite alojar dos vías a todo lo largo del trazo.

*Ilustración 78 Sección tipo*

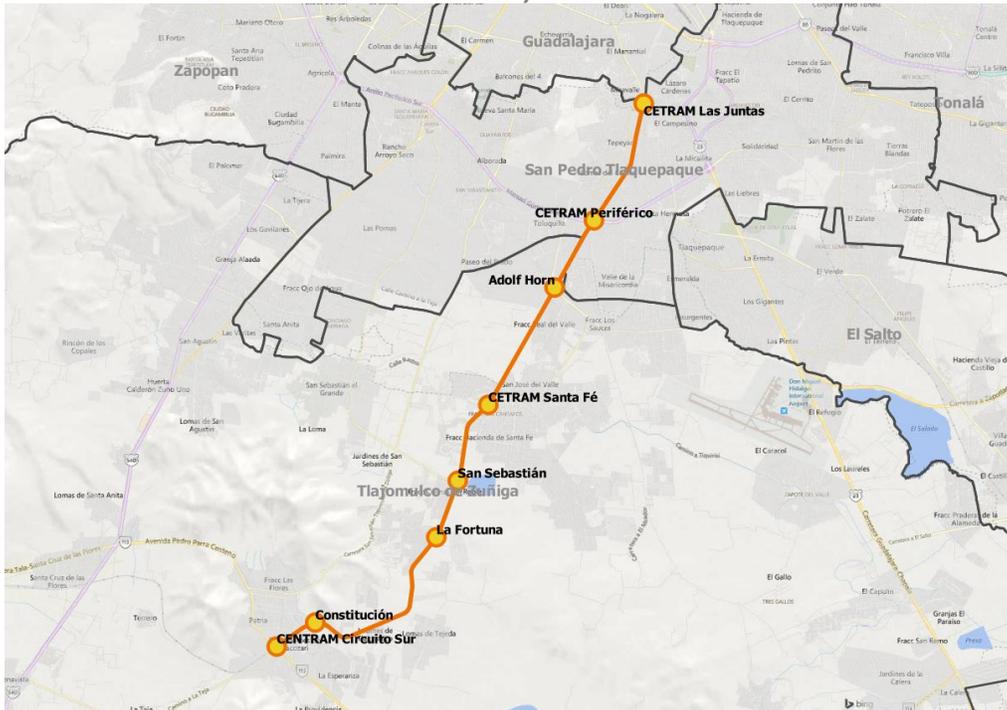


*Fuente: Elaboración propia*

- **Estaciones y terminales**

La conectividad de la red vial a lo largo de corredor es drásticamente distinta entre estaciones. Por ello una solución general no es válida para este proyecto, se debe de estudiar de manera puntual cada caso. El proyecto contempla ocho estaciones; la mitad de ellas serán estaciones de transferencia intermodal, las terminales y las estaciones de Periférico y Santa Fe, como se muestra en la *Ilustración 79*.

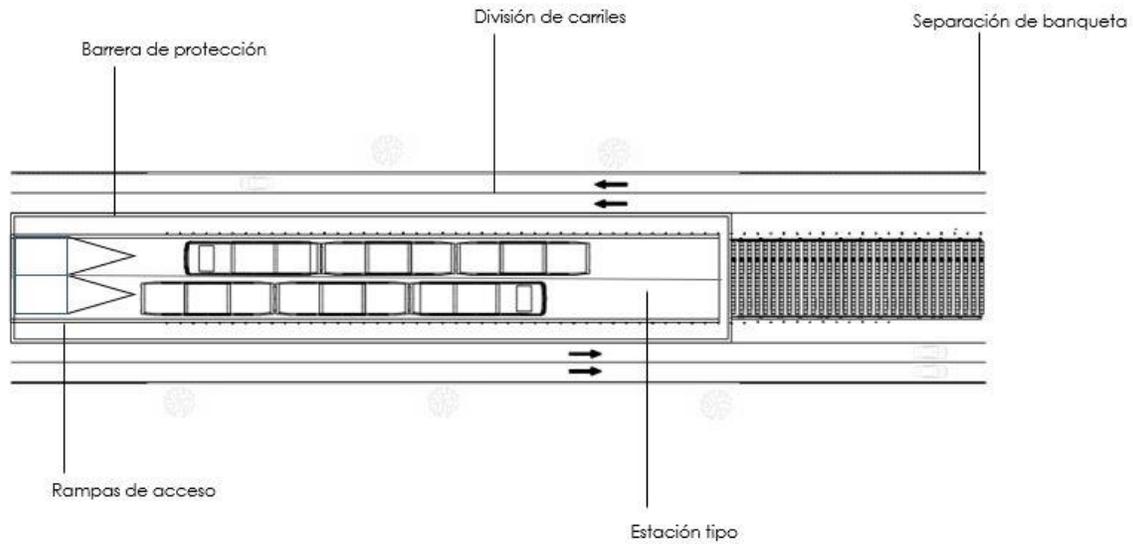
**Ilustración 79 Posibles estaciones y terminales de CETRAM Línea 4**



Fuente: Elaboración propia

El esquema de estación se muestra en la Ilustración 80, en donde se observa un ordenamiento de la vialidad y se disponen de los elementos necesarios para asegurar a los usuarios de la vía y del sistema, por medio de la instalación de barreras de protección, banquetas, bolardos en las esquinas, barreras automáticas en las intersecciones, rampas y bolardos, entre otras.

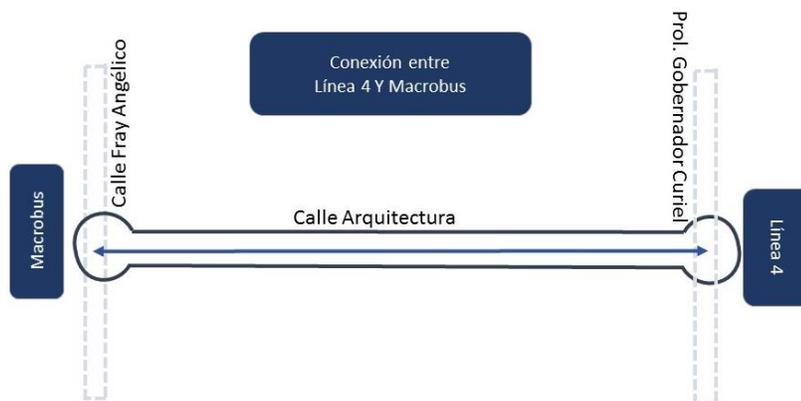
**Ilustración 80** Área de estaciones – zona exterior



Fuente: Elaboración propia

La conectividad de la Línea 4 incluye otros medios de transporte masivos como el Macrobus en la estación y terminal Fray Angélico donde se construirá el Centro de Transferencia Modal –CETRAM- el cual es un espacio donde confluyen diversos tipos y organizaciones del transporte público de pasajeros. Su objetivo es facilitar el cambio intermodal de pasajeros entre los sistemas que ahí convergen.

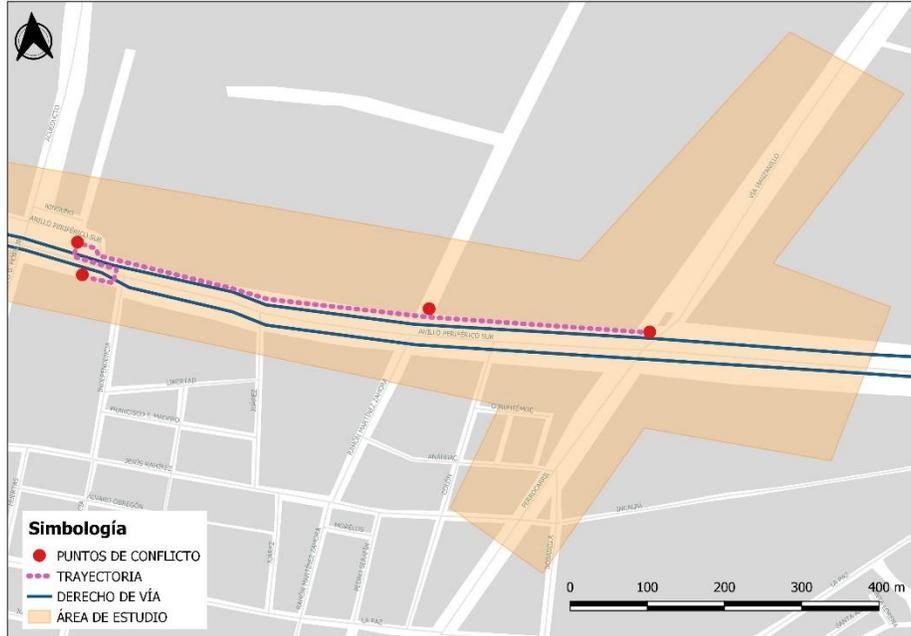
**Ilustración 81** Ubicación de CETRAM Fray Angélico



Fuente: Elaboración propia

En la **Ilustración 82** se muestra una propuesta de integración de transportes e infraestructura para conectividad Peribús y Línea 4.

**Ilustración 82 Conectividad Peribús y Línea 4**

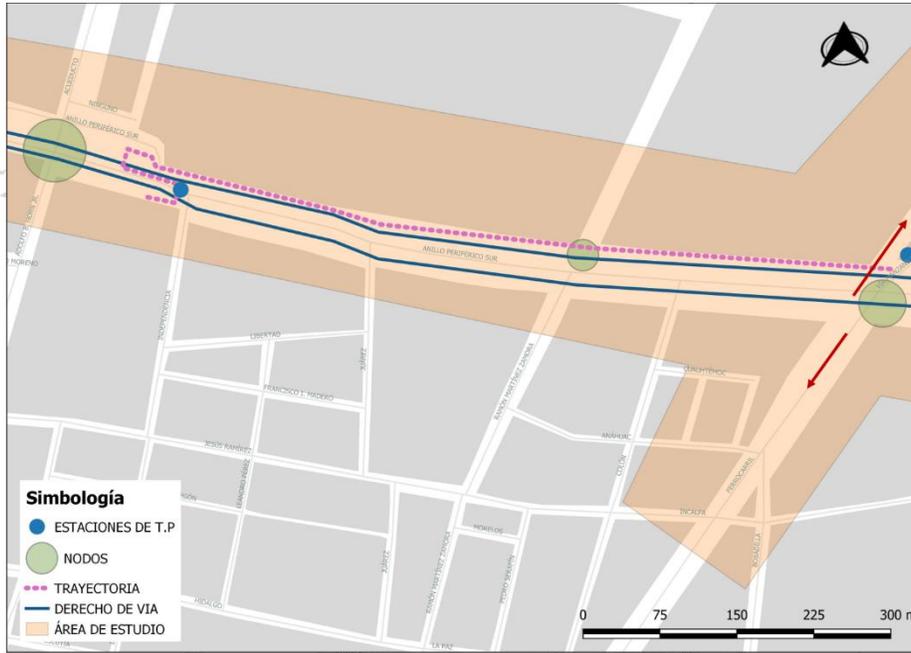


*Fuente: Elaboración propia*

Se realizó un análisis de propuestas de integración de transportes e infraestructura que conecte los sistemas de transporte como el Peribús<sup>14</sup> y la Línea 4.

<sup>14</sup> Una de las estaciones de transferencia consideradas para la Línea 4 alimentara el Peribus de Guadalajara

*Ilustración 83 Ejemplos de transporte e infraestructura para conectar sistemas de transporte y su ubicación*



Fuente: Elaboración propia

*Ilustración 84 Muestra de configuración de nodos viales*



Fuente: Elaboración propia

- **Diseño de las estaciones**

Los vehículos propuestos para la Línea 4 de Guadalajara serán tipo Tren-Tram (Unidades Eléctricas) o Tren-Tram (Unidades 100% Eléctricas), en función del resultado de los análisis del tipo de tracción a considerar en la línea (Tecnología Motriz). Actualmente las vías existentes no están electrificadas, y las nuevas se plantea electrificarlas con las mismas características existentes en línea 3.

- **Tipo de estaciones**

Las estaciones son los únicos puntos de parada de los servicios troncales para el ascenso y descenso de pasajeros. Éstas cuentan con una adecuada señalización, mobiliario e iluminación que las convierten en espacios agradables y seguros.

El Sistema de Transporte de Línea 4 contará con un total de ocho estaciones, las cuales se tipificarán en estaciones de transferencia, intermedias y terminales, en una proporción que se muestra en la Tabla 36.

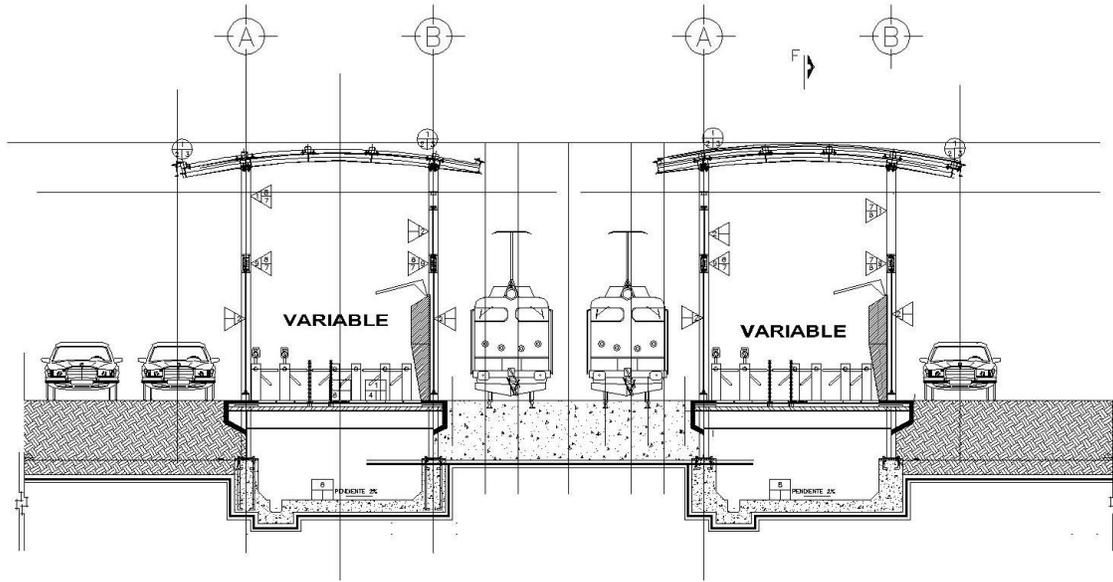
Tabla 36 Distribución de Estaciones

Estaciones	
2	Terminales
2	Transferencia
4	Intermedias

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la clasificación anterior, las estaciones intermedias son puntos parada sobre los corredores exclusivos ubicados entre 500 y 700 metros aproximadamente, donde el usuario puede acceder o salir del sistema y pagar por su viaje. En la Ilustración 85 se muestra un diseño conceptual para las estaciones de este tipo.

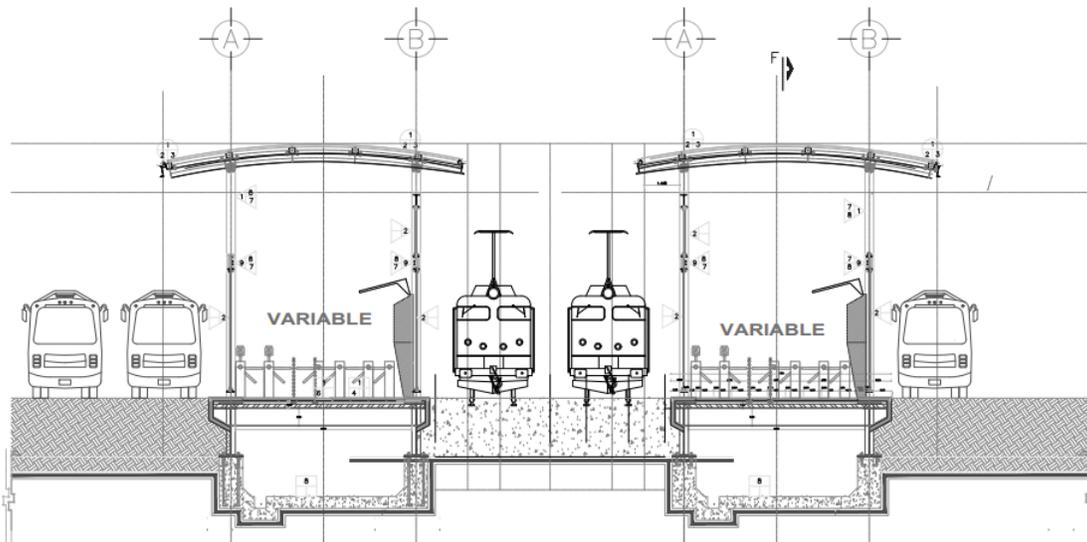
*Ilustración 85 Diseño conceptual tipo de estación Intermedia*



Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 86 se muestra el tipo de estación de transferencia que se pretende implementar en el sistema troncal. Estas estaciones permiten el cambio modal entre sistemas de transporte, es decir, son puntos de intersección importantes sobre el corredor donde los usuarios pueden realizar transbordos entre buses alimentadores urbanos y el tren ligero. Como se observa la Ilustración 86, las estaciones serán a nivel de piso y los andenes se encontrarán en los lados externos, en donde habrá conexiones directas con las rutas alimentadoras del sistema.

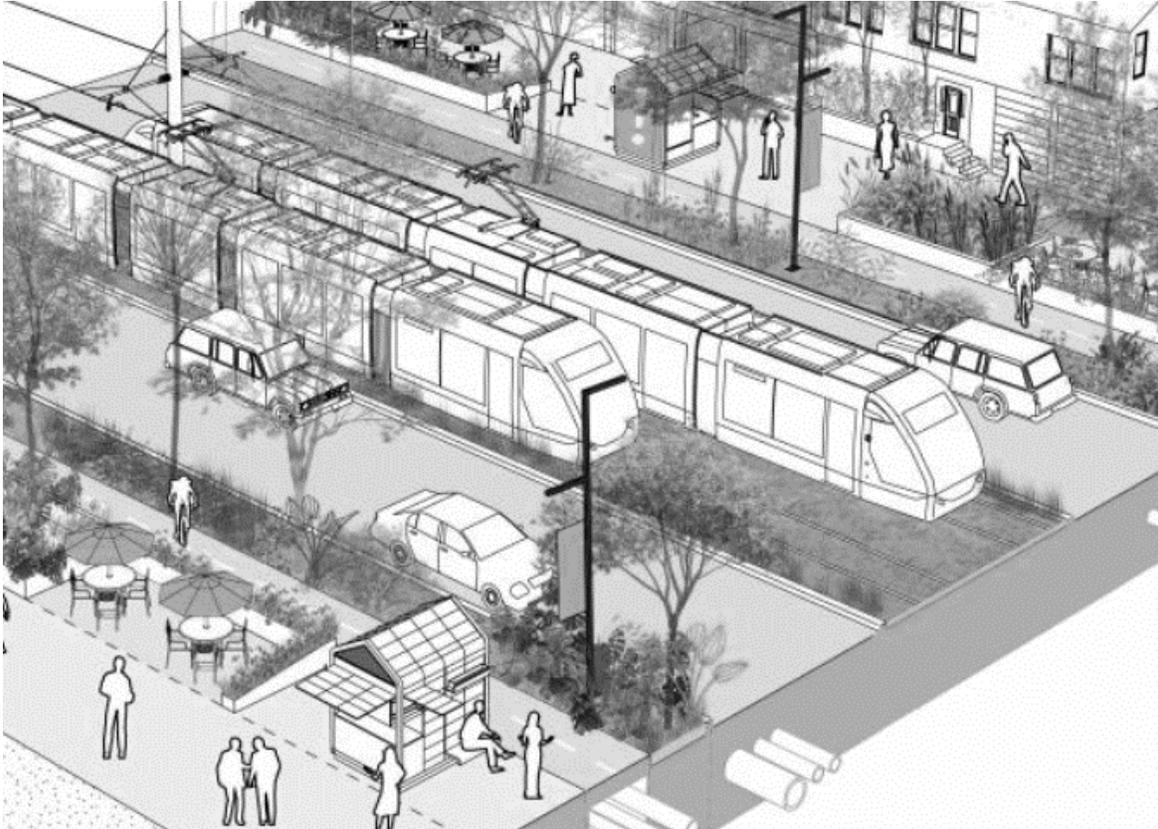
*Ilustración 86 Diseño conceptual tipo de estación de transferencia*



Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 86 se muestra un ejemplo de estaciones terminales que son los puntos de inicio y finalización del sistema troncal. En estas estaciones se realizan transbordos entre los sistemas de transporte público masivo, alimentadores, rutas de transporte intermunicipal y diferentes modos de movilidad.

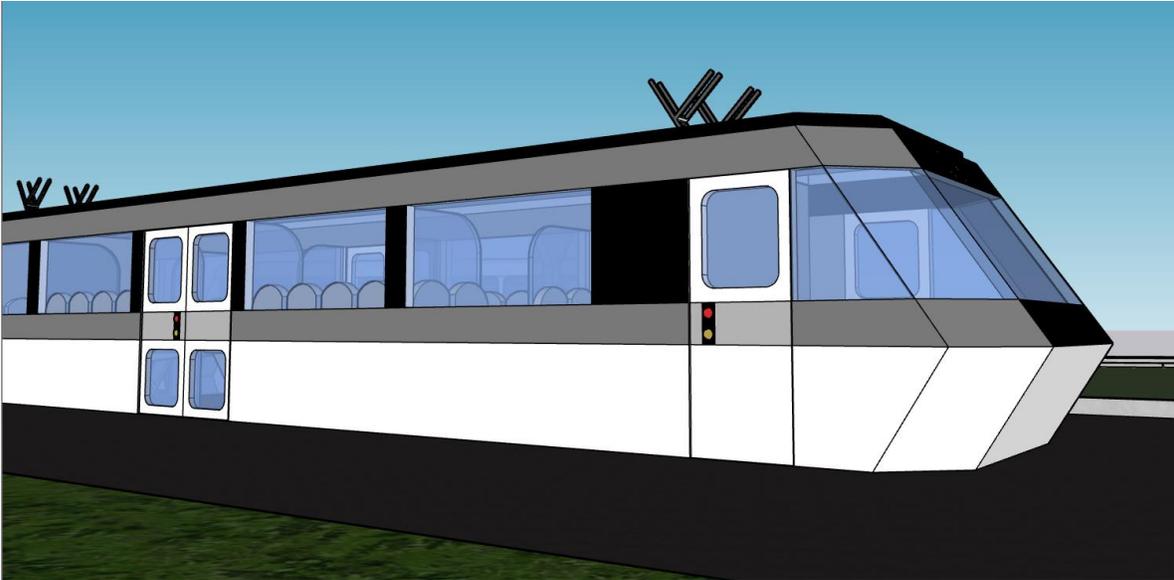
*Ilustración 87 Diseño conceptual de estación terminal*



Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 88 se muestra el modelo del tipo del material rodante que se pretende colocar en el proyecto.

*Ilustración 88 Modelo de material rodante*



Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 89 e Ilustración 90 se muestran las vistas del diseño conceptual de las estaciones de transferencia.

*Ilustración 89 Diseño conceptual de estación de transferencia*



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 90 Diseño conceptual de estación de transferencia



Fuente: Elaboración propia

- **Costos paramétricos de las estaciones**

A partir de los costos de construcción de la Línea 1 y 3 del Tren Ligero de Guadalajara se realizó el cálculo promedio de los costos paramétricos para las 8 estaciones de la Línea 4 del Tren Ligero.

Así mismo se identificaron los metros cuadrados que se definieron la propuesta en m2 a partir de cada tipo de estación de las líneas 1 y 3 como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 43 Metros cuadrados por tipo de estación de proyectos análogos

Proyecto	Tipo de estación	m2
línea 1	Transferencia	180
	Terminal	437
línea 3	Intermedia	75

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que la Línea 3 del Tren Ligero, inició en su construcción en el 2013 con trece estaciones elevadas, las cuales tuvieron un costo unitario aproximado de \$230 mdp.

Por lo anterior tomando en cuenta el precio unitario y los metros<sup>15</sup> propuestos por estación se calculó el costo por metro cuadrado por estación para Línea 4 del Tren Ligero

*Tabla 44 Costo paramétrico aproximado de las estaciones por m2*

<b>Sistema de Transporte de Línea 4</b>			
<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>M2</b>	<b>\$/M2</b>
Estación Intermedia	4	75	\$ 606,667
Estación Transferencia	2	180	\$ 1,516,667
Estación Terminal	2	437	\$ 3,033,333

Fuente: Elaboración propia

<sup>15</sup> El dimensionamiento en m<sup>2</sup> correspondiente a cada estación es una aproximación de las estaciones de la Línea 1 (2012) y Línea 3 (2013).

## 9. Conclusiones y Recomendaciones

---

El municipio de Tlajomulco es el municipio que más ha crecido dentro del Área Metropolitana de Guadalajara, tan solo a 2015 creció su población en 31.9%<sup>16</sup> con respecto a 2010, este municipio debe dicho crecimiento debido a que es una alternativa a los precios de la vivienda en los municipios centrales del AMG. Las proyecciones de población demuestran que mantendrá su crecimiento durante, cuando menos, veinte años, ya que tan solo para 2020 su población representará el 7.19%<sup>17</sup> de la población total de Jalisco, por ello se estima que los conjuntos habitacionales aumenten, así como los usos complementarios a la vivienda, entre los que ya se encuentran proyectos para desarrollar centros de educación superior, por mencionar un ejemplo.

No obstante, el crecimiento de la zona ha presentado ciertas dificultades que han impedido que se detonen las expectativas de crecimiento, principalmente por la falta de un sistema de transporte público masivo digno y eficiente que mueva a la población de Tlajomulco entre sus hogares y los centros de estudios y trabajo en el centro de la ciudad.

Las externalidades más significativas causadas por esta falta de transporte son:

- Pobladores de conjuntos habitacionales adquiridos por el costo competitivo de la vivienda actualmente, se han visto obligados a abandonar sus viviendas al no soportar los costos del transporte adicionales a los créditos hipotecarios adquiridos, lo cual puede inducir una contracción al desarrollo pronosticado en el municipio.
- Aparición de modos de transporte como los mototaxis que conectan a los conjuntos habitacionales con las rutas de transporte público sobre los principales corredores, los cuales carecen de una regulación que asegure a los pasajeros, de accidentes de tránsito.
- Falta de dinamismo en el crecimiento y acceso a oportunidades de desarrollo entre localidades con más antigüedad como la cabecera municipal de Tlajomulco y el Centro de Guadalajara<sup>18</sup>, por estar el municipio cubierto únicamente por cuatro rutas de transporte público, que no conectan con la ZMG.

Los estudios de campo, aforos de transporte público y encuestas origen destino, han encontrado que la zona de estudio se encuentra cubierta por una gran cantidad de rutas que muestran un claro movimiento pendular entre Tlajomulco de Zúñiga y el centro de la

---

<sup>16</sup> Tlajomulco de Zúñiga, Diagnostico Municipal, mayo 2018, INEGI

<sup>17</sup> IDEM

<sup>18</sup> Los indicadores de carencias sociales de acuerdo con el Diagnostico Municipal de Tlajomulco de Zúñiga 2018 del INEGI, han tenido movimientos positivos en Tlajomulco entre 2010 y 2015, y muestran mejoras en el rezago educativo (18% a 15.8% respectivamente), acceso a los servicios de salud (30.18% a 16% respectivamente), entre otros, sin embargo, el municipio requiere mayor dinamismo, producto de mejoras en su conectividad.

ciudad de Guadalajara, los cuales pueden ser organizados en un único corredor troncal que cuente con sus rutas alimentadoras en direcciones oriente – poniente y viceversa.

En la estación 7, ubicada en Adolf B. Horn y Ferrocarril, se concentra la mayor cantidad de pasajeros, esto es debido a que Adolf B. Horn conecta al centro de la AMG con los municipios al sur. En este punto se entre cruzaron siete diferentes rutas.

A partir de los polígonos de carga de las rutas existentes se determinó que seis de ellas pueden ser conservadas como parte del sistema al convertirse en alimentadoras del tren, las cuales deberán ser acompañadas por dos nuevas rutas que cubrirán zonas habitacionales actualmente desatendidas, teniendo así un corredor troncal con ocho rutas alimentadoras.

El corredor troncal propuesto abarcará casi la mitad de la demanda actual de viajes en la zona, mientras que las ocho rutas alimentadoras, existentes y propuestas, cubrirán la otra mitad de la demanda de viajes y abarcarán todas las localidades y conjuntos habitacionales actuales dentro del área de influencia del corredor, facilitando así los cambios intermodales al ser parte de un sistema integrado de transporte.

Al utilizar las vías de ferrocarril existente como derecho de vía del nuevo sistema disminuirá el número de autobuses de transporte público en las vías, por lo que la velocidad de los demás vehículos en la vía aumentará, además de que se espera que se sustituya una parte de viajes realizados en vehículos a viajes realizados en transporte público, lo que disminuiría el desgaste de la infraestructura vial y facilitaría su conservación en el largo plazo.

El 78% de los encuestados dijo sí a cambiar su medio de transporte, lo cual demuestra la percepción de la calidad y eficiencia del sistema existente, que se traduce en el deseo de sustituirlo por uno con mejores condiciones.

Finalmente se recomienda que los costos paramétricos promedio utilizados en el presente estudio se actualicen en las etapas siguientes del proyecto.

Así mismo se recomienda que el proyecto tenga una integración al Sistema Integral de Transporte de Guadalajara, actualmente en desarrollo, en donde los transbordos entre las alimentadoras y el Tren Ligero estén incluidos en una tarifa integrada, o en su defecto se cobre la mitad de la tarifa en el Tren para un viaje combinado, lo anterior con la finalidad de desarrollar un sistema que se formule desde el principio como un sistema integrado y no aislado, lo cual facilitara exponencialmente su viabilidad, además de que la infraestructura de transporte público para las rutas alimentadoras sea instalada o actualizada siguiendo los estándares de movilidad actuales, es decir, utilizando nuevas tecnologías que brinden seguridad y comodidad a los pasajeros y que se incluyan la información necesaria para el usuario.

## Bibliografía consultada y Anexos

---

- INEGI. (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. Obtenido de [https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/default.html#Datos\\_abiertos](https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/default.html#Datos_abiertos)
- INEGI. (2019). *Marco Geoestadístico Septiembre 2019*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/>
- Ortúzar, J. d. (2008). *Modelos de Transporte*. (U. P. Cantabria, Ed., Á. Ibeas, & L. Dell, Trans.) Universidad Católica de Roma.

Este documento incorpora sus Anexos en 4 carpetas adicionales al presente informe final del Estudio de Demanda de la Línea 4 del Tren Eléctrico de Guadalajara.



**Infraestructura  
y Obra Pública**