



**OFICIO No. DPYP-050/2021**

**Monterrey, Nuevo León, a 30 de marzo de 2021**

**Dr. David Camacho Alcocer**

Director General de Estudios, Estadísticas y Registro Ferroviario Mexicano de la Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario, Órgano Desconcentrado de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, firma en suplencia por ausencia del Titular de la Agencia Reguladora de Transporte Ferroviario con fundamento en los artículos 9 y 50 del Reglamento interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes; así como en términos del oficio 1.178 de fecha primero de marzo de dos mil veintiuno, suscrito por el Secretario de Comunicaciones y Transportes.

En respuesta al oficio 4.5.-0235/2021 de fecha 26 de marzo de 2021, en relación con el proyecto denominado "Corredor Ferroviario García – Aeropuerto Internacional de Monterrey Nuevo León", con Clave de Cartera 2009D000008 registrado en la cartera de proyectos de la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (UI – SHCP), enlisto los estudios y factibilidades contratadas por este Fideicomiso.

- 1) Levantamiento Geométrico y Topográfico
- 2) Estudio Hidrológico y Drenaje
- 3) Identificación y Valoración de Obras inducidas
- 4) Estudio Geológico y Geotecnia de la Vía Principal y en Cruces Ferroviarios
- 5) Estudio de Factibilidad Ambiental
- 6) Estudios de Ingeniería Ferroviaria de Modalidad Mixta
- 7) Asesoría Financiera Estratégica
- 8) Desarrollo Urbano
- 9) Estudio Caracterización Social y Antropológica
- 10) Estudios de Cruces
- 11) Estudios de Factibilidad Legal
- 12) Estudio Ingeniería de Transporte y Movilidad

Estos estudios se recibieron en su totalidad el día 22 de marzo de 2021 en las instalaciones de este Fideicomiso y se encuentran en proceso de validación y digitalización, estas actividades se estiman terminar 15 días hábiles posterior a la recepción de los documentos.

Los estudios antes mencionados fueron contratados por el Fideicomiso de Proyectos Estratégicos, la revisión y validación cuantitativa fue realizada por este Fideicomiso; la revisión y validación cualitativa



fue realizada por los asesores contratados para este fin como expertos en el tema: DB Engineering & Consulting GmbH, como Asesoría Técnica Especializada (Operador Sombra); el Ing. Antonio García Chávez, como coordinador del proyecto; el Ing. Javier Francisco Garza Treviño, como coordinador del proyecto; y la Lic. Rosa Serrato Luna, como asesora Legal – Financiera.

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

Atentamente

**Arq. Melany Altschuler Chessani**  
Directora de Planeación y Proyectos  
Fideicomiso del Proyectos Estratégicos

- C.c.p. Arq. Jorge Luis Martínez Lara – Director General de FIDEPORES.
- C.c.p. Lic. Ricardo Damián Suárez Sánchez – Suplente de Secretario Técnico FIDEPROES.
- C.c.p. Ing. Francisco Javier Garza Treviño – Asesor Ferroviario FIDEPROES.
- C.C.p. Archivo

Factor estudio de recepción en el estado de N.L. el día 23 de marzo de 2021 en las instalaciones de este fideicomiso y se encuentran en proceso de validación y digitalización. Estas actividades se estiman terminar en los próximos días hábiles posterior a la recepción de los documentos.

Los estados antes mencionados fueron contratados por el fideicomiso de proyectos estratégicos de la Secretaría de Educación Pública para la realización de estudios de factibilidad y validación de proyectos de inversión.

# Estudio de Ingeniería de Transporte y Movilidad Tren Suburbano en la Zona Metropolitana de Monterrey.



Con la participación Estratégica de:

**Baker  
McKenzie.**



FOA Consultores, al proporcionar sus servicios, se asegura de que todas las áreas de la firma actúen con total integridad, es decir, con ausencia de actos de corrupción. Para soportarlo de forma consistente, cuenta con un Sistema de Integridad en la Gestión que cumple con las normas ISO 9001:2015.



### 3 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La información recopilada será el insumo utilizado para describir las condiciones operativas de las vialidades e intersecciones que se encuentran dentro de la zona de estudio, a través de investigación y levantamiento de información realizada en puntos estratégicos de la red vial de estudio, con esta información será posible conocer los componentes necesarios para evaluar la vialidad del área de estudio; es por ello que resulta de gran importancia la elección de los puntos de aforo y de la toma de datos, ya que en gran medida de esta información dependen resultados reales y confiables.

#### 3.1. INFORMACIÓN DOCUMENTAL

Consistió en obtener información de tipo documental que será empleada en las diferentes etapas del estudio, como son volúmenes de tránsito, población, indicadores socioeconómicos, etc. así como proyectos, obras o estudios que tengan relación con el estudio en cuestión. Toda esta información de tipo estadístico y de referencia, permite realizar parte de los análisis y estimación de parámetros. En la Tabla 2 se muestran algunas de las fuentes consultadas.

**Tabla 2.** Fuentes de Información Documental.

INFORMACION DOCUMENTAL		
Dependencia	Documentos	Fuente
Gobierno del Estado de Nuevo León	Plan Sectorial de Transporte y Vialidad 2008 - 2030	<a href="http://www.cetyv.gob.mx/documentos/pstv.pdf">http://www.cetyv.gob.mx/documentos/pstv.pdf</a>
ITESM	Análisis Estratégico del Área Metropolitana de Monterrey	<a href="http://www.itesm.edu/.../portal/Monterrey/...Monterrey/...Metropolitano">www.itesm.edu/.../portal/Monterrey/...Monterrey/...Metropolitano</a>
Gobierno del Estado de Nuevo León	Estudio de Modernización del Transporte Público. Área Metropolitana de Monterrey, N. L.	<a href="http://www.nl.gob.mx/pics/pages/metrorrey_linea3.../Diagnostico.doc">www.nl.gob.mx/pics/pages/metrorrey_linea3.../Diagnostico.doc</a>

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.2. ESTUDIOS DE CAMPO DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO

##### 3.2.1. Afors Vehiculares en Estaciones Maestras

Para esta actividad se tomaron los datos y resultados de los afors automáticos realizados en campo y se eligieron las diez como estaciones maestras las cuales se consideraron como representativas a lo largo del trazo del Tren Suburbano de las cuales

se pudieron obtener datos y valores necesarios para este estudio. En la Tabla 3 se muestran las estaciones y en Figura 6 se indica la ubicación de cada una de ellas.

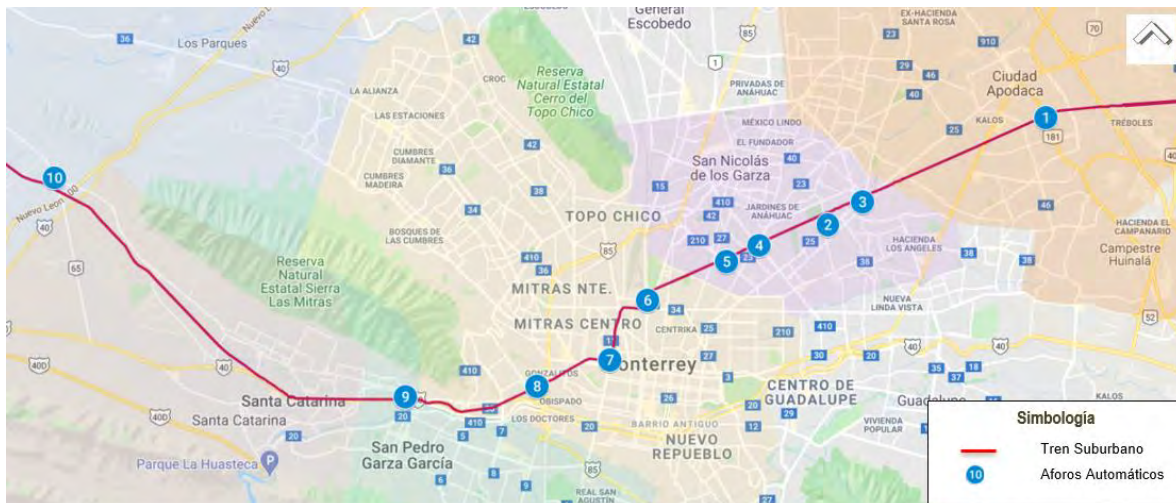
Las estaciones son las siguientes, así como la ubicación de cada una de ellas, las cuales tuvieron un conteo continuo de 24 horas por 7 días con clasificación vehicular. Estos aforos se realizaron en las semanas del 30 de septiembre al 6 de octubre del 2020 y del 1 al 7 de octubre.

**Tabla 3.** Ubicación de Estaciones Maestras.

ESTACIÓN	UBICACIÓN AFOROS AUTOMATICOS
EM 01	Carretera Apodaca - Huinalá (cruce con Línea F)
EM 02	Antiguo Camino a Lagrange - Av. Adolfo López Mateos
EM 03	Av. Adolfo López Mateos - Yécora
EM 04	Anillo Metropolitano - Vía a Matamoros (Rafael)
EM 05	Av. Nogalar Sur - Calz. Vía a Matamoros
EM 06	Av. Manuel L. Barragán - José Mariano Salas
EM 07	Av. Venustiano Carranza - Licenciado Domínguez
EM 08	Av. Gral. Pablo González Garza - Felipe De Jesús Benavides
EM 09	Av. Corregidora Norte (DAL-TILDE)
EM 10	Carretera A García - A. Villa de García

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6.** Ubicación de los Aforos Automáticos.



Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes disponibles en Google Maps.

Como se puede observar en la tabla anterior para el día jueves las estaciones más alejadas del centro de la ciudad de Monterrey las HMD por la mañana oscilan entre las 6:30 y las 8:15 y las más cercanas al centro son entre las 7:45 y las 9:00. Para el medio día las HMD están entre las 13:00 y 16:00 horas y por la tarde entre 17:15 y las 19:00 horas. Cabe hacer mención que los análisis para las intersecciones serán realizados de acuerdo a la HMD de la estación más cercana a ella. En el Anexo 1 se integra la información a detalle de cada una de las estaciones automáticas.

### 3.2.2 Aforos Direccionales

Una vez conocidas las HMD de cada estación maestra, se realizaron los aforos direccionales vehiculares. De la información que nos arrojó la elaboración de este estudio, se observó que los periodos de máxima demanda del día determinados para las estaciones ubicadas en los municipios de: Monterrey, San Nicolás de los Garza y Apodaca Tijuana, varían en función a la ubicación a las estaciones maestras analizadas en el punto anterior. Cada aforo direccional tuvo una duración de 12 horas lo cual garantiza tener datos de cada periodo de HMD (AM, MD y PM), en un día normal entre semana, siendo éstos los correspondientes a las HMD de la mañana (7:00 – 11:00), medio día (12:00 – 16:00) y la tarde (17:00 – 21:00).

El periodo de aforo que se estableció fue de acuerdo a los patrones de movilidad observados en cada estación de estudio y en donde se determinó la hora de mayor demanda, tanto de la mañana como de la tarde y en la noche. Para estos conteos se apoyó en los recorridos realizados de manera previa, los cuales sirvieron para identificar los puntos o estaciones de aforo, además de otros cruces cercanos que pueden ser parte de alguna propuesta de solución. Estos aforos se realizaron en un normal entre semana. Este tipo de aforo se realiza de manera manual, por lo que se hace uso de un formato diseñado para este tipo de conteo vehicular.

Estas estaciones de aforo generalmente son intersecciones de mayor circulación vehicular o las más importantes dentro de la zona de estudio; los resultados de estos aforos permitirán conocer sus condiciones operativas para la evaluación de la red vial

Para esta clase de investigación es necesario identificar todos los movimientos direccionales que se realizan en cada una de las intersecciones. Para la elaboración de estos aforos, se generó y adoptó la metodología de identificación de los movimientos aforados, unificando los parámetros de caracterización en una intersección, tramo vial o acceso, aplicando un código de movimientos direccionales.

Para tener un mejor panorama de la operación actual de dichas intersecciones y futuro donde circulará el sistema de transporte, se identificó la problemática actual, estableciendo como parte de la logística de los trabajos, la realización de una serie de recorridos por donde circulará el tren Suburbano en diferentes horas pico del día y en diferentes días de la semana; así mismo donde probablemente estarán ubicadas las estaciones.

En la Tabla 6 se muestra el listado de las intersecciones a estudiar y que tendrán un impacto directamente por la implementación del nuevo sistema de transporte y en la Figura 9 su ubicación dentro de la Ciudad de Monterrey.

**Tabla 6.** Intersecciones a Analizar.

Numero de Intersección	Intersección	Municipio
1	Vía a Matamoros – República Mexicana	San Nicolas de los Garza
2	Antiguo Camino a Lagrange - Av. Adolfo López Mateos	San Nicolas de los Garza
3	Lic. Adolfo López Mateos – A. Sta. Rosa	San Nicolas de los Garza
4	Anillo Vial Metropolitano – Juan Diego Díaz	San Nicolas de los Garza

### 3.2.3. Aforo ferroviario

Para obtener la frecuencia de paso de los ferrocarriles en 5 intersecciones, el periodo de aforo que se estableció fue de 12 horas continuas (De 7:00 a 19:00 horas) donde se obtuvo la hora de paso de cada tren durante el periodo analizado. Para estos conteos se apoyó en los recorridos realizados de manera previa, los cuales sirvieron para identificar los puntos o estaciones de aforo, tomando en cuenta los cruces cercanos que pueden ser parte de alguna propuesta de solución. Estos aforos se realizaron en un día típico entre semana, Este tipo de aforo se realiza de manera manual, por lo que se hace uso de un formato diseñado para este tipo de conteo.

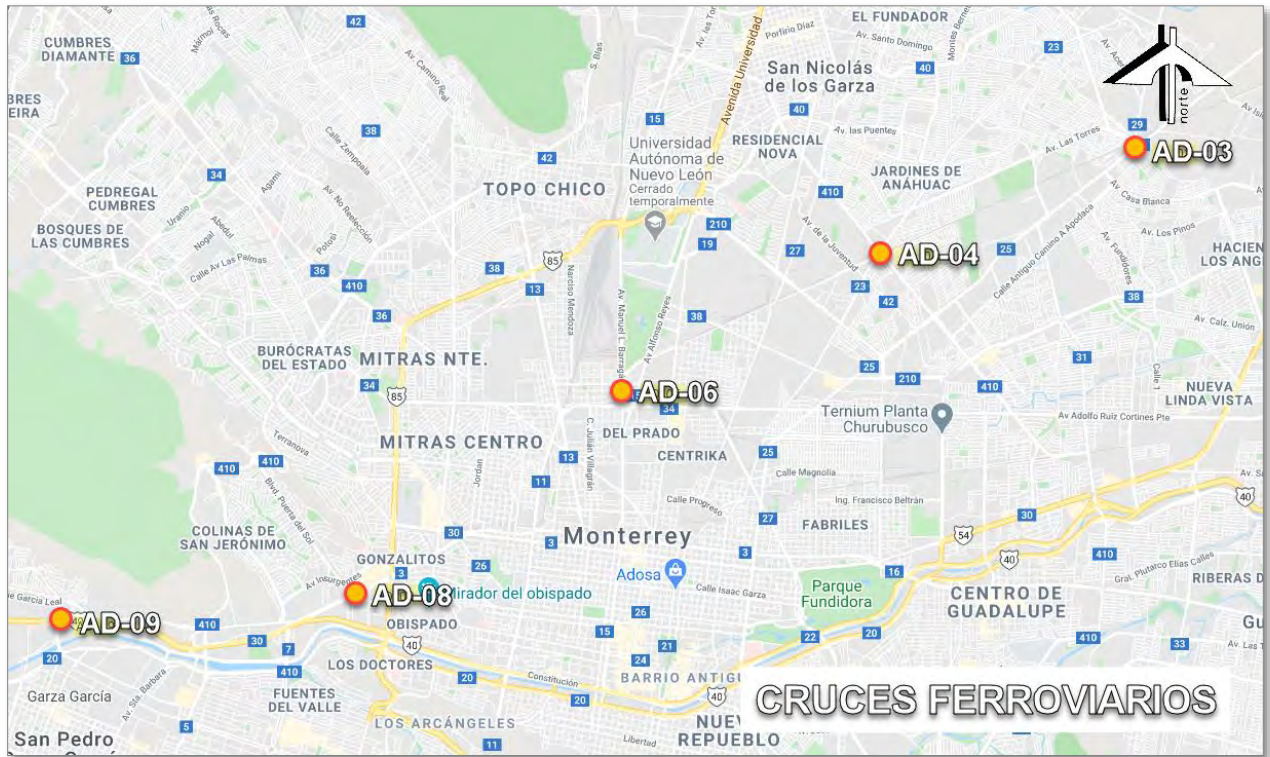
Estos aforos generalmente son intersecciones de mayor circulación vehicular o las más importantes dentro de la zona de estudio; los resultados de estos aforos permitirán conocer las condiciones operativas para la evaluación de la red vial por el paso del ferrocarril.

Para tener un mejor panorama de la operación actual en las 5 intersecciones por el paso del tren por donde circulará el nuevo sistema de transporte, se identificó la problemática que causa actualmente el paso del tren, estableciendo como parte de la logística de los trabajos, la realización de una serie de recorridos por donde circulará el tren Suburbano en diferentes horas pico del día en un día de la semana y el fin de semana.

En la Figura 11 se ubican 5 de los principales cruces de ferrocarril con la vialidad dentro de la Ciudad de Monterrey y en la Tabla 8 se indica el listado de las intersecciones con los resultados obtenidos en cada una de ellas que tendrán un impacto directamente por la implementación del nuevo sistema de transporte.



Figura 11. Localización de los principales cruces de ferrocarril.



Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes disponibles en Google Maps.

### 3.4. ESTUDIOS DE CAMPO DE TRANSPORTE Y DEMANDA

En este apartado se describen los estudios de campo orientados a la movilidad y operación del transporte público, mismos que servirán de insumo para el modelo de transporte y serán analizados con mayor detalle en la etapa de modelación, correspondiendo a este apartado mencionar de forma breve su aplicación en campo, cantidad y principales resultados obtenidos. En la siguiente figura se muestran las actividades complementarias, mismas que serán descritas a continuación.

Figura 1. Estudios complementarios.



Fuente: Elaboración propia.

#### ENCUESTAS ORIGEN Y DESTINO

El objetivo principal de las encuestas origen-destino en estudios de transporte Público es planear el crecimiento de un nuevo sistema mediante la determinación de la demanda, que generalmente se expresa mediante una matriz de origen – destino la cual contienen la cantidad de viajes entre dos zonas de una región en un intervalo de tiempo promedio diario que permita obtener patrones de viaje de los desplazamientos multimodales de los usuarios potenciales al proyecto en estudio.

Las encuestas Origen y destino se aplicaron para dos segmentos, el primero fue dentro de las instalaciones del aeropuerto internacional de Monterrey en el área de

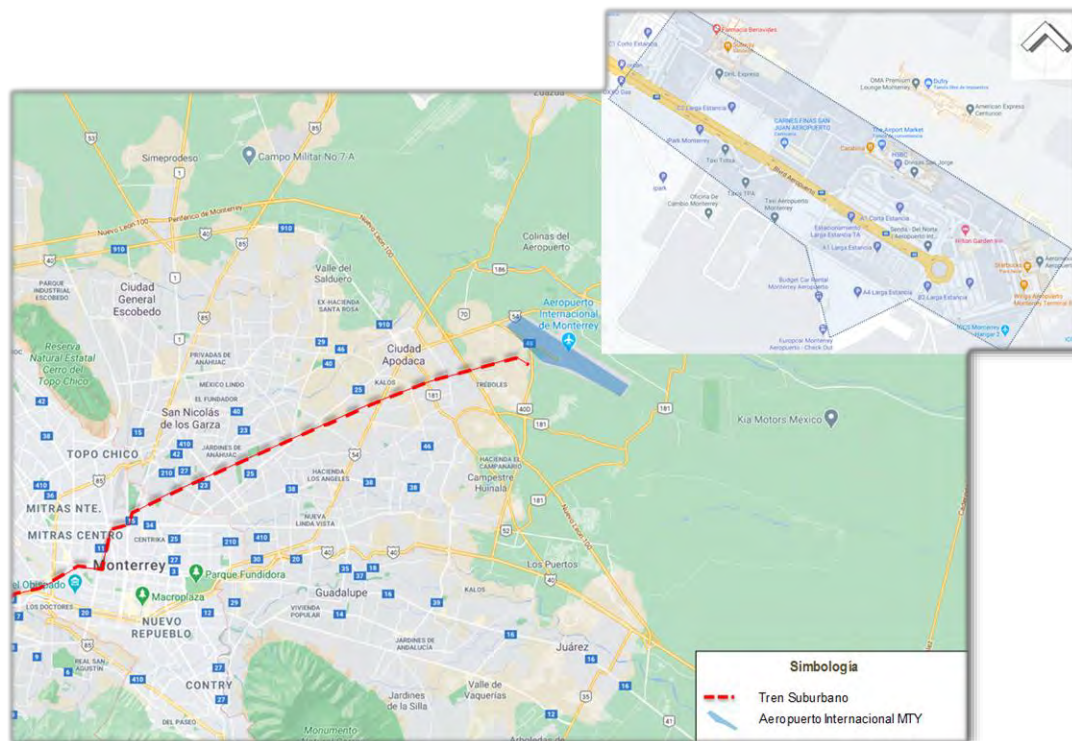
permanencias entre semana y fin de semana de las cuales se obtuvo una muestra de 3,000 encuestas aproximadamente. La cual nos permite conocer:

- Origen y destino del viaje
- Frecuencia del viaje
- Motivo de su viaje
- Tiempo de viaje de origen a destino
- Modos de Transporte utilizados durante la realización de su viaje

Previo a la aplicación de la encuesta origen y destino se realizó una prueba piloto, en la cual se buscó evaluar el método y la logística en la aplicación de la misma.

En la siguiente figura se muestra de manera general donde se aplicaron las encuestas dentro del aeropuerto internacional de monterrey.

Figura 2. Ubicación de las encuestas OD en el Aeropuerto.



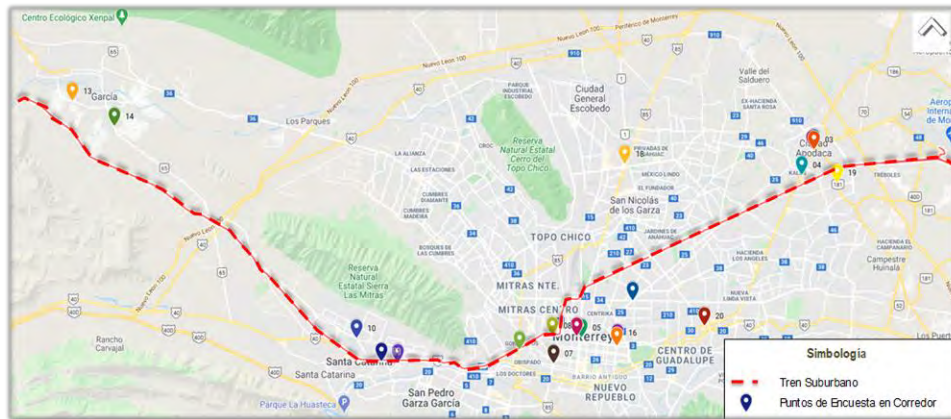
Fuente: Elaboración propia con imágenes disponibles de Google Maps.

El segundo segmento de la aplicación de la encuesta origen y destino se realizó en paradas de transporte público en vías de influencia directa al proyecto con el objetivo de conocer:

- Origen y destino del viaje
- Hora de aplicación de la encuesta

- Tiempo que tarda en llegar a su destino
- Ruta de viaje ida
- Ruta de viaje regreso
- Modos utilizados
- Motivo de viaje
- Costo del viaje
- Periodicidad del viaje

Figura 3. Encuestas Origen y destino en paradas de transporte público.



Fuente: Elaboración propia con imágenes disponibles de Google Maps.

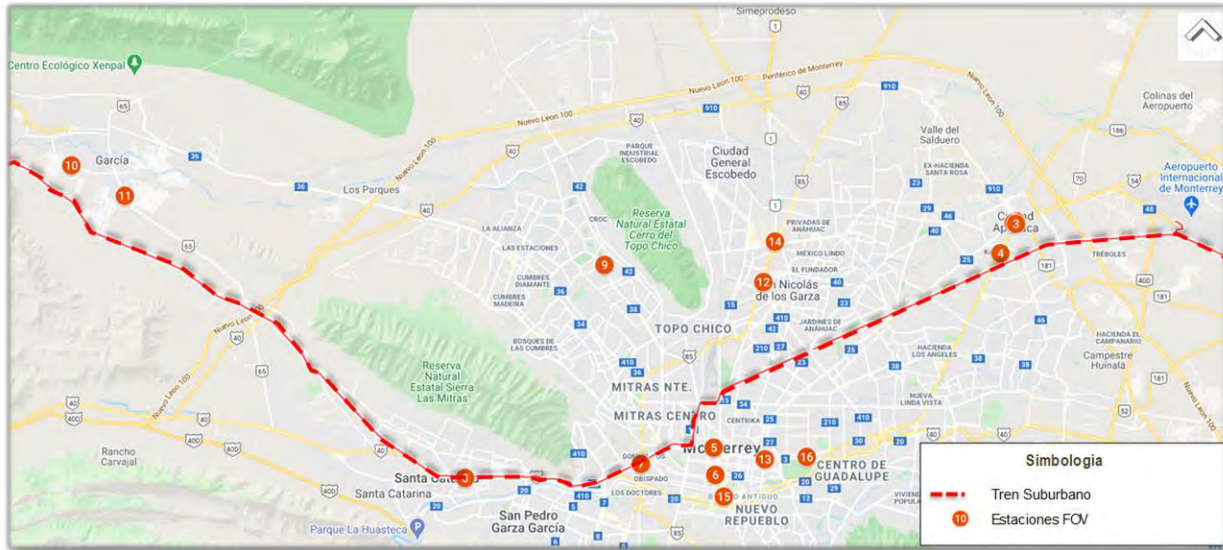
Tabla 1. Referencias de puntos de encuesta.

ID	Referencias
1	Av. Miguel Alemán – José María Morelos
2	Av. Miguel Alemán – Zaragoza (Banamex)
3	Av. Miguel Alemán – Zaragoza (Gas Sultana)
4	Plaza sendero La fe
5	Metro Cuauhtémoc
6	Central de Autobuses
7	Alameda
8	Tomas Alba Edison
9	Gonzalitos
10	Av. Cuauhtémoc-Perimetral Oriente
11	Soriana Hiper
12	Metro Talleres
13	Centro Comunitario García
14	Smart García
15	Metro Ruiz Cortínez
16	Metro U. Gómez
17	Félix U. Gómez - Madero
18	Metro Sendero
19	Plaza de la tecnología
20	Cristóbal Colon – Francisco I Madero

Fuente: Elaboración propia.



Figura 7. Estaciones de Frecuencia y Ocupación Visual.



Fuente: Elaboración propia con imágenes disponibles de Google Maps.

En la Tabla 3 se muestra un listado con las referencias de las estaciones donde se recopiló la información.

Tabla 2. Referencias del FOV.

ID ESTACIÓN	UBICACIÓN	DÍA APLICACIÓN	
		ES	FS
1	Lateral Av. Miguel Alemán - General Ignacio Zaragoza	21-sep	26-sep
2	Av. Carlos Salinas de Gortari - General Mariano Escobedo	21-sep	26-sep
3	Lateral Av. Miguel Alemán - Andrés Guajardo	21-sep	26-sep
4	Av. Miguel Alemán - Plaza Sendero La Fe	21-sep	26-sep
5	Av. Cristóbal Colón - Central de Autobuses de Monterrey	22-sep	03-oct
6	Av. José Ma. Pino Suárez - Entre Prof. José Silvestre Aramberri y George Washington	22-sep	27-sep
7	Av. Doctor José Eleuterio González (Gonzalitos) - Av. Gral. Pablo González Garza	22-sep	03-oct
8	Bld. Lic. Gustavo Díaz Ordaz - Movimiento Obrero (Protexa Industrial)	30-sep	20-sep
9	Aztlán - Esquisto (Estación Talleres Metrorrey Línea 1)	24-sep	27-sep
10	Maravilla - Entre Nogal y Durazno	17-sep	20-sep
11	Heberto Castillo Martínez- Entre Las Villas y Sierra Real	17-sep	20-sep
12	Av. Universidad - Estación San Nicolás Metrorrey Línea 2	23-sep	27-sep
13	Av. Félix Uresti Gómez - Calz Francisco I. Madero	22-sep	26-sep
14	Av. Colombia - Av. Sendero Divisorio (Estación Sendero Metrorrey Línea 2)	23-sep	27-sep
15	Av. Benito Juárez - Entre José María Morelos y Pavón y Miguel Hidalgo y Costilla	22-sep	27-sep
16	Calz. Francisco I. Madero - Av. Cristóbal Colón (Estación "Y" griega, Metrorrey línea 1)	21-sep	26-sep

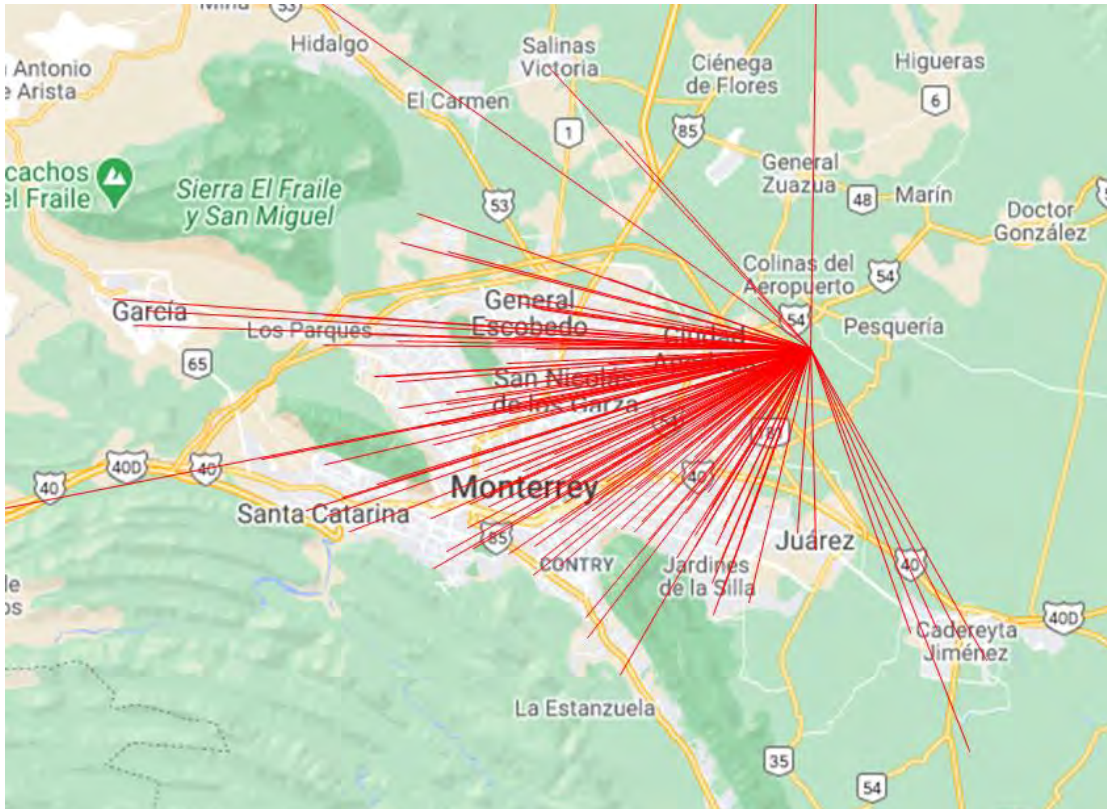
Fuente: Elaboración propia.

**Análisis e interpretación de las encuestas realizadas a los usuarios de transporte público y a la población en general.**

Con las matrices del sistema generadas por segmentos de demanda, se obtuvieron los principales pares origen-destino y líneas de deseo.

A continuación, se presenta el resumen de los generadores de viajes y sus líneas de deseo obtenidas al mercado de pasajeros a partir de la matriz obtenida.

Figura 14. Líneas de deseo para la matriz de pasajeros

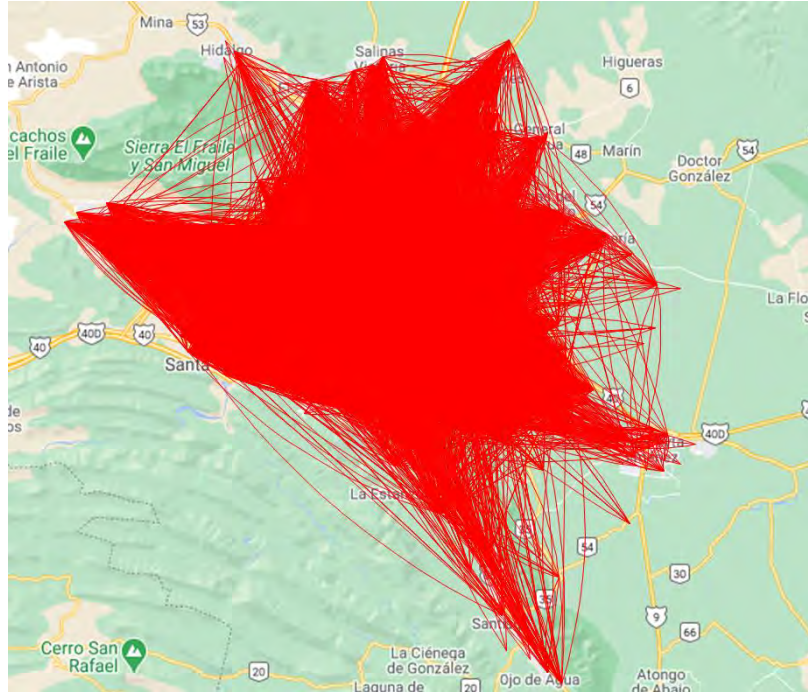


Fuente: Elaboración propio y herramienta Google Maps.



En la siguiente imagen se puede mostrar de una manera general los viajes generadores de la zona Metropolitana de Monterrey.

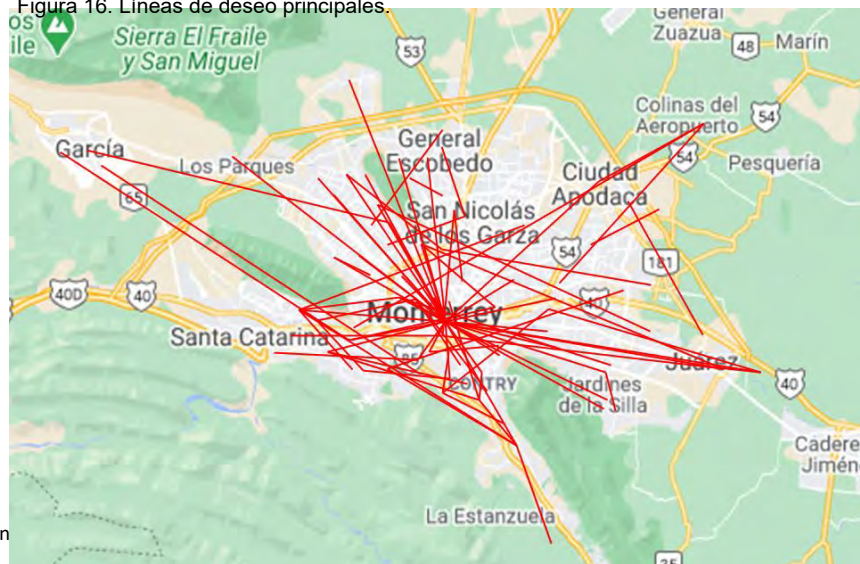
Figura 15. Líneas de deseo ZMM.



Fuente: Elaboración propio y herramienta Google Maps.

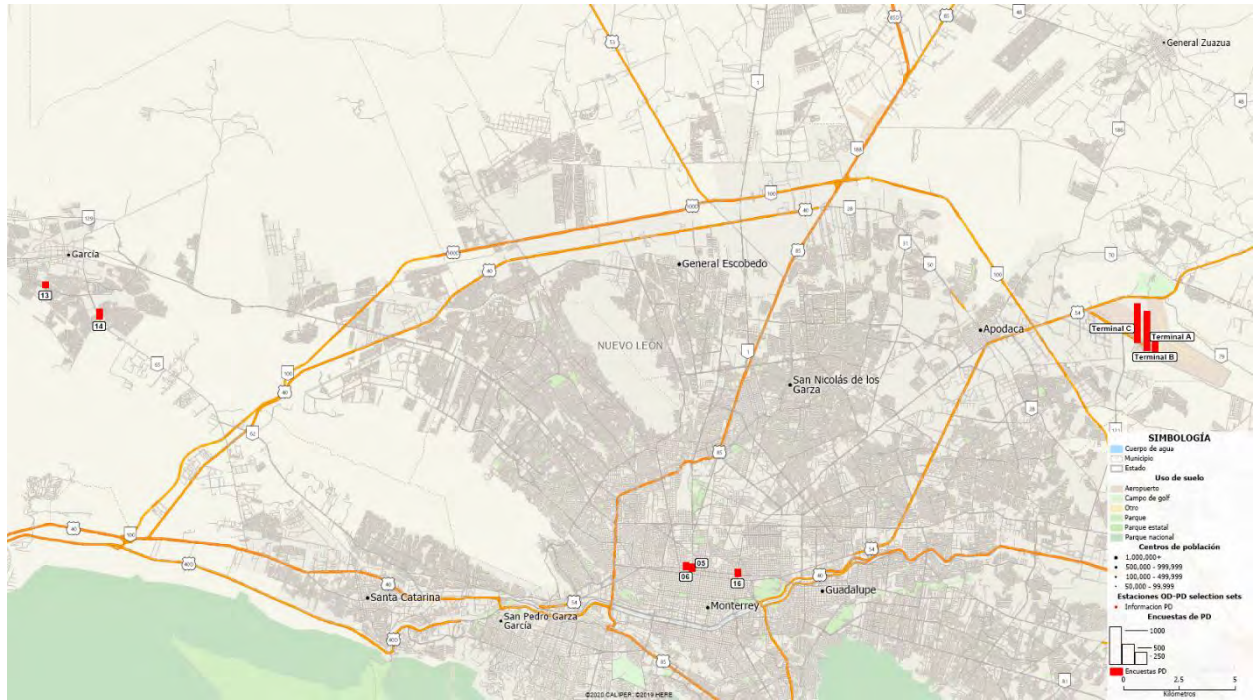
En la siguiente figura se puede mostrar un resumen con algunos viajes con sus principales pares O-D

Figura 16. Líneas de deseo principales.



Fuen

Figura 17. Ubicación de los sitios en donde se recabó información de PD.



Fuente: Elaboración propia



## 5 Modelo de transporte, captación y demanda

### Zonificación del área de influencia del corredor

La zonificación es un componente para la modelación de un sistema de transporte. Tiene como propósito la agrupación cauta de ageb's, colonias, localidades urbanas/rurales, municipios, y entidades federativas en congruencia con el objetivo del modelo. Como principio fundamental se sugiere que la zonificación tenga un mínimo de 50 zonas, y en estudios de mayor detalle se recomienda 300 zonas o más.

Un aspecto por considerar para la zonificación es que los elementos deben de ser del mismo tipo (ageb's, colonias, localidades urbanas/rurales, municipios o entidades federativas). Asimismo, deben de ser compatibles con los usos suelo, redes de transporte publico existentes topografía y cuerpos de agua.

Cada una de las zonas tendrá fijado un solo centroide.

Para el presente trabajo se consideró una zonificación con base en las colonias de 12 municipios del estado de Nuevo León: Monterrey, San Nicolas Garza Garcia, San Pedro Garza Garcia, Guadalupe, Garcia, Santiago, General Escobedo, Apodaca, Cadereyta Jiménez, Juárez, Salinas Victoria y Santa Catarina, debido al radio de influencia estimada para el proyecto y a la EOD.

Se identificaron las zonas que integran el mapa por medio de la asignación de una clave única ID formada por la clave de estado, siguiente de clave de municipio, y clave de colonia.

19 – Clave del estado Nuevo León

039 – Clave del municipio Monterrey

001 – Clave de colonia

Formando la clave de 19039-001, inscribiendo el total de las colonias localizadas en cada municipio.<sup>1</sup>

Para ello se trabajó dos archivos: catálogo de colonias y un shape. La base de datos del respectivo shape está integrado por los campos de:

Tabla 86. Contenido de la Base de Datos.

Campos de Base de Datos	
- ID	-Puntos
-Área	-ZONA TSMTY
-ENTIDAD	-Repetidos

<sup>1</sup> Las claves utilizadas para asignación de estado, municipio y colonia son con base en el catálogo de claves geoestadísticas.

-MUNICIPIO	-ID_COL
-NOMBRE	-COL
-CLASIFICACIÓN	

Fuente. Elaboración propia.

En el campo de “ID\_COL” se asignó la clave única y en “COL” se colocó el nombre de la colonia proveniente del catálogo de colonias. De manera que ambos archivos tuvieran la misma información respecto al elemento “colonia”.

En el caso de los polígonos que integran al mapa, se trazaron localizando cuidadosamente cada una de las colonias, principalmente de las zonas urbanas de los municipios. También se consideraron las Unidades Habitacionales, Fraccionamientos, Zonas Residenciales y Zonas Industriales.

El shape se integró por un total de 3,529 colonias, que corresponden a 3,529 zonas, distribuidas como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 87. Número de Zonas por Municipio.

Municipio	Zonas
Apodaca	472
Cadereyta Jiménez	150
García	126
San Pedro Garza García	331
General Escobedo	221
Guadalupe	456
Juárez	224
Monterrey	800
Salinas Victoria	39
San Nicolás de los Garza	320
Santa Catarina	296
Santiago	94
Total	3,529

Fuente. Elaboración propia.

### Escenarios de Demanda

Con el modelo de transporte calibrado, se procedió a evaluar los escenarios de demanda, acorde a la infraestructura y trazo propuesto.

### Estimación de captación y escenario al futuro

La modelación consideró una tarifa de \$15.00 por viaje para intra ciudad y de \$100.00 por viaje para pasajeros al aeropuerto.

Los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

La estimación de la demanda de viajes del Proyecto se utiliza como insumo primario el dato de que, en 2023, el tren atraería a 78,553,840 viajes al año (5,553,840 de demanda de pasajeros del aeropuerto y 73,000,000 de demanda de viajes Intra Ciudad).