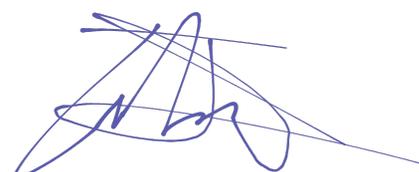




Debida diligencia de tráfico para la autopista Amozoc – Perote y Libramiento de Perote

Serie de tráfico e ingresos



INFORMACIÓN DE CONTROL

Documento	Serie de tráfico e ingresos de la Debida diligencia de tráfico para la autopista Amozoc – Perote y Libramiento de Perote
Centro de Costos	470-394
Fecha	Abril de 2024
Preparado por	Jairo Sarmiento / Osvaldo Hernández / Irais Torres

REGISTRO DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Versión	Autorización	
			Nombre / Cargo	Firma
Rev. 001	06/04/2024	1.0	Miguel Castillo	

Cal y Mayor y Asociados desarrolló este estudio con un equipo de profesionales expertos en este tipo de proyectos. Los resultados entregados por **Cal y Mayor y Asociados** representan su mejor juicio dentro del contexto de tiempo actual, empleando información recopilada para este estudio, así como disponible de diversas fuentes oficiales.

Cualquier otra parte autorizada por nuestro cliente para utilizar este informe sólo podrá hacerlo de manera completa y no en forma parcial o resumen.

TABLA DE CONTENIDO

1	INFOGRAFÍA CONCESIÓN GANA	1
2	INTRODUCCIÓN	2
3	AÑO BASE 2023 Y ANÁLISIS HISTÓRICO	3
3.1	ANÁLISIS DEL ACTIVO POR TRAMO.....	3
3.2	COMPORTAMIENTO DE RAMAL AUDI.....	12
3.3	PENETRACIÓN DEL TAG.....	13
4	ANÁLISIS DE RED	15
5	VENTAJA COMPETITIVA	19
6	ANÁLISIS TARIFARIO	23
7	CAPTACIÓN DEL MERCADO SEGÚN DATOS VIALES	26
7.1	CAPTACIÓN REGIONAL CORREDOR GANA VS CORREDOR SUR.....	26
7.2	CAPTACIÓN CONCESIÓN GANA VS COMPETENCIA DIRECTA LOCAL.....	29
8	POSIBLES AFECTACIONES POR PROYECTOS FUTUROS	31
8.1	PUERTO DE VERACRUZ.....	31
8.2	AUTOPISTA CUAPIAXTLA – CUACNOPALAN.....	32
9	SERIE DE PRONÓSTICO	34
9.1	METODOLOGÍA DE PRONÓSTICOS DE AFOROS.....	34
9.2	INSUMOS UTILIZADOS PARA LOS PRONÓSTICOS.....	35
9.3	MODELOS ECONOMÉTRICOS.....	38
9.4	PRONÓSTICO DE LAS VARIABLES SOCIOECONÓMICAS.....	40
9.4.1	<i>Resumen de pronósticos de las variables explicativas del tránsito</i>	41
9.5	TASAS DE CRECIMIENTO POR TIPO DE VEHÍCULO.....	45
9.6	PRONÓSTICOS DE AFOROS E INGRESOS.....	48
9.7	SÍNTESIS SERIE DE PRONÓSTICOS DE AFOROS E INGRESOS PARA EL PROYECTO.....	52
9.7.1	<i>Escenario 1 – Base</i>	52
9.7.2	<i>Escenario 2 – Optimista</i>	53
9.7.3	<i>Escenario 3 – Pesimista</i>	54
10	ELASTICIDAD TARIFARIA	56
10.1	COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DEL TRÁFICO Y LA TARIFA–AUTOPISTA AMOZOC–PEROTE.....	57
10.2	COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DEL TRÁFICO Y LA TARIFA – LIBRAMIENTO PEROTE.....	60
11	NIVEL DE SERVICIO	63

12	PROBABILIDAD DE CUMPLIMIENTO	67
12.1	METODOLOGÍA DE PROBABILIDAD DE CUMPLIMIENTO.....	67
12.1.1	<i>Análisis del comportamiento histórico de las variables</i>	<i>67</i>
12.1.2	<i>Simulación de valores aleatorios de las variables explicativas.....</i>	<i>67</i>
12.1.3	<i>Obtención de distribuciones de probabilidad y percentiles de las variables explicativas</i>	<i>68</i>
12.1.4	<i>Obtención de escenarios para diferentes niveles de confianza.....</i>	<i>69</i>
12.2	TASAS DE CRECIMIENTO ESCENARIO P90.....	70
12.3	PRONÓSTICOS DE AFOROS E INGRESOS ESCENARIO P90	71
12.4	SÍNTESIS SERIE DE PRONÓSTICOS DE AFOROS E INGRESOS ESCENARIO P90.....	73
13	CONCLUSIONES.....	76

TABLA DE ABREVIACIONES

Abreviatura	Correspondencia
AU	Automóviles
B	Autobuses
C	Camiones
CA1	Camiones de carga de 5 o 6 ejes
CA2	Camiones de carga con más de 6 ejes
C2	Camiones de carga de 2 ejes
C3-4	Camiones de carga de 3 o 4 ejes
CU	Camiones de carga de 2 a 4 ejes
HMD	Hora de Máxima Demanda
M	Motos
PEA	Población económicamente activa
PIB	Producto interno bruto
SICT	Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes
TCA	Tasa de crecimiento anual
TCMA	Tasa de crecimiento media anual
TPD	Tránsito Promedio Diario
TPDA	Tránsito Promedio Diario Anual

1 INFOGRAFÍA CONCESIÓN GANA

La concesión GANA es parte de la autopista federal MEX-140D; esta consta de dos activos: la Autopista Amozoc – Perote, que es una vía asfáltica de 104.9 km de tipo A2 con una velocidad de diseño de 110 km/h; y el Libramiento de Perote, que es una vía asfáltica de 17.6 km de tipo A4 con una velocidad de diseño de 110 km/h.

Las transacciones diarias para el año 2023 de la Autopista Amozoc – Perote es de 35,951 vehículos, mientras que el Libramiento de Perote presentó un TPDA de 2,000 vehículos en el mismo año.

Figura 1-1. Concesión GANA



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor Asociados

Vocación de la vía: Comercio internacional
Región: Centro - Oriente

104.9
Km de longitud total.

Autopista Amozoc – Perote

17.6
Km de longitud total.

Libramiento de Perote

Activo	AU	B	CU	CA1	CA2
Autopista Amozoc-Perote	3.5	5.5	5.5	7.2	10.0
Lib. Perote	3.9	5.2	5.2	7.2	9.1

Tarifas (\$/km) actualizada al mes de marzo de 2024 incluye IVA

35,951
Transacciones vehiculares diarias en 2023 Autopista Amozoc – Perote

AU 69% BUS 5% CU 9% CA 16%

2,000
TPDA 2023 Libramiento de Perote, vehículos mixtos

AU 36% BUS 1% CU 26% CA 37%

2 INTRODUCCIÓN

En complemento al Red Flag Report entregado a FIBRAeMX sobre el estudio de tráfico del asesor del Vendedor, el presente reporte contempla la estimación de aforos e ingresos del Grupo Cal y Mayor sobre los activos de la concesión GANA y los análisis relevantes para comprender la dinámica del proyecto en un contexto regional y local.

El reporte está compuesto de once apartados: en el capítulo 3 se presentan los datos observados correspondientes al año base 2023 del cual parte la serie de aforos e ingresos. Posteriormente, en los capítulos 4, 5 y 6 respectivamente, se presenta un análisis de red, ventajas competitivas de GANA y un análisis tarifario para la región Puebla – Veracruz; estos análisis permiten tener una mejor comprensión de la dinámica del activo y su contexto dentro del mercado.

En el capítulo 7 se encuentra la penetración del mercado considerando datos de tráfico histórico proporcionados por fuentes oficiales; mientras que las afectaciones posibles al tránsito debido a la entrada en operación de proyectos futuros se encuentran en el apartado 8.

En el capítulo 9 se encuentran las series de tránsito e ingresos pronosticadas a un horizonte de operación 2023 – 2043 en tres escenarios: base, optimista y pesimista. Aquí se incluye la metodología llevada a cabo, así como los insumos y modelos econométricos pertinentes.

En el capítulo 10, se encuentra un análisis del impacto que han tenido los incrementos tarifarios en el tráfico en los activos permitiendo identificar la sensibilidad de cada categoría

En el apartado 11, se encuentra la comparativa del nivel de servicio presentada en el informe de referencia presentado por VTM respecto a la metodología de la SICT para los activos de GANA.

En el apartado 12, se encuentra la probabilidad de cumplimiento P90 que considera el análisis de riesgos sobre el pronóstico de crecimiento.

Y finalmente, en el apartado 13 se presentan las conclusiones de los análisis y series de tráfico e ingresos llevadas a cabo por el consultor.

3 AÑO BASE 2023 Y ANÁLISIS HISTÓRICO

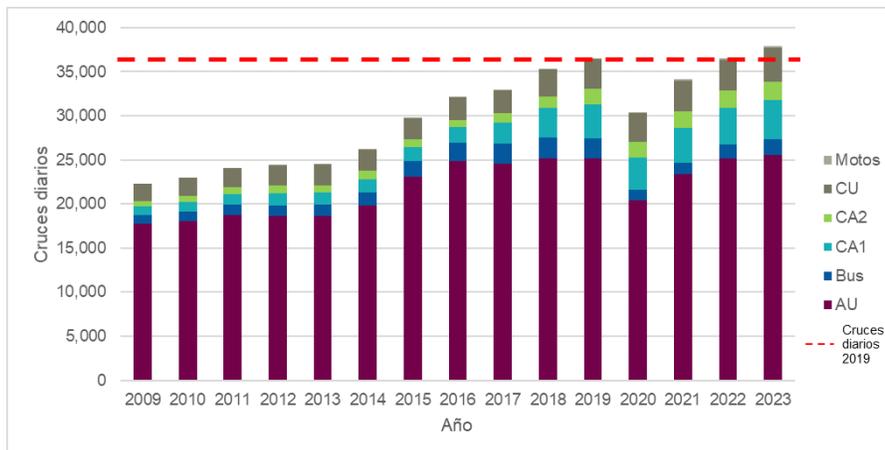
A partir de los datos de tráfico e ingresos otorgados históricamente para la concesión GANA hasta diciembre de 2023 se optó por tomar como año base para las proyecciones el 2023, de tal manera que se tenga una comparativa con el estudio del asesor del Vendedor y se eliminen incertidumbres por la falta de información extensa en 2024. A continuación, se presenta el número de cruces totales diarios correspondiente a ese año base para toda la concesión.

Tabla 3-1. Año base 2023 (Número de cruces totales)

Au	M	B	CU	CA1	CA2	Total
25,607	208	1,743	3,835	4,395	2,163	37,951

Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

Figura 3-1. Cruces totales diarios por año.



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

Con los datos de tráfico observados de la concesión se evidencia la recuperación a 2023 de los niveles de tráfico previos a la pandemia si consideramos el total de cruces en todas las casetas de la concesión; así mismo se identifica la recuperación del efecto postpandemia para las categorías de autos (AU), camiones unitarios (CU), camiones articulado tipo 1 (CA1) y camiones articulados tipo 2 (CA2). Para entender el comportamiento que han tenido los activos de la concesión en los siguientes apartados se realiza el análisis de cada uno de ellos mirando el comportamiento histórico, así como el mercado que atienden.

3.1 ANÁLISIS DEL ACTIVO POR TRAMO

La concesión GANA pertenece al corredor que conecta transversalmente al país, desde Atlacomulco hasta Veracruz, conocido como el Corredor del Altiplano. El corredor Altiplano, es un eje carretero nacional transversal, que se interconecta con otros corredores nacionales, tales como: corredores longitudinales México – Nogales con ramal a Tijuana y México - Nuevo Laredo con ramal a Piedras Negras; asimismo, se complementa con el corredor transversal Acapulco – México - Veracruz.

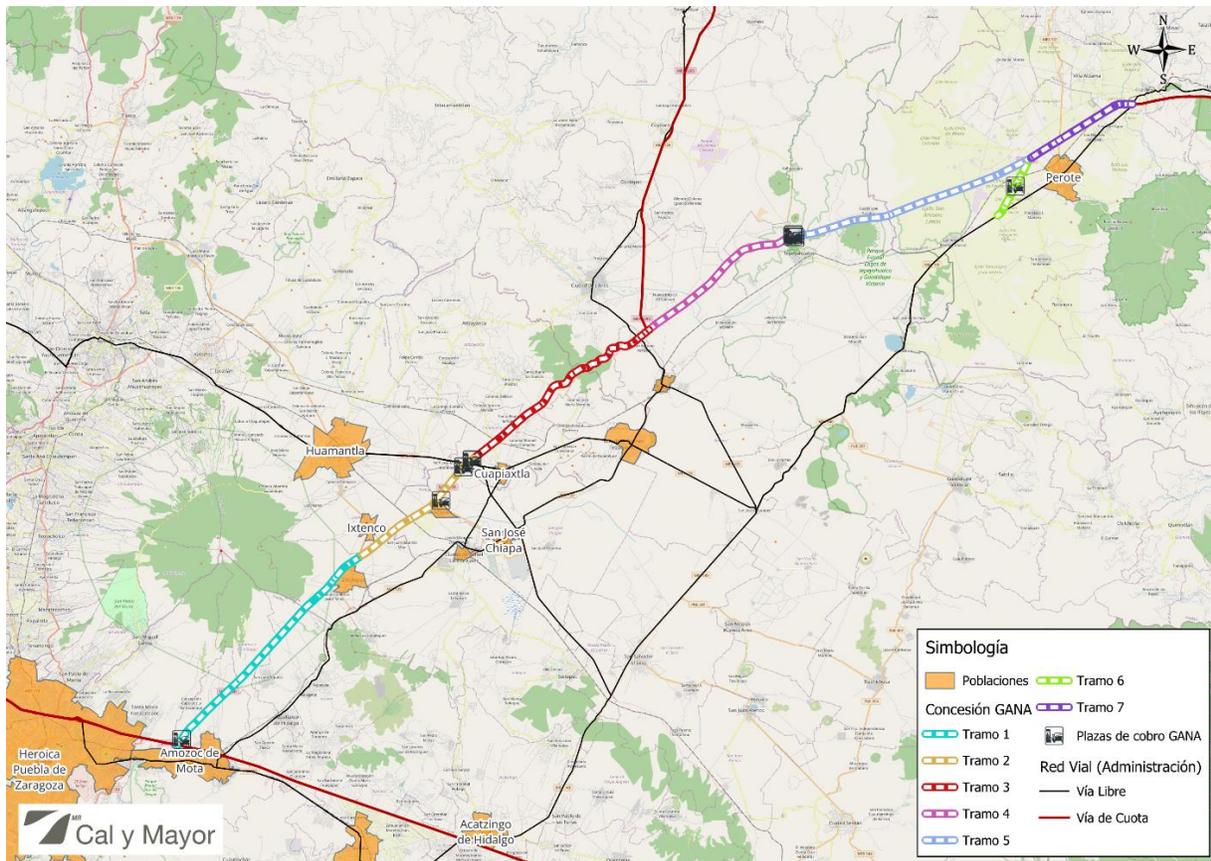
La concesión GANA consta de dos activos: la Autopista Amozoc – Perote y el Libramiento de Perote. Esta puede ser analizada en 7 tramos definidos por los entronques principales cuyo volumen vehicular es captado a través de casetas troncales y auxiliares como se indica a continuación.

Tabla 3-2. Tramos de la concesión GANA

Tramo	Inicio	Fin	Longitud (km)	Plazas de cobro
Tramo 1	Amozoc	Ent. Ixtenco	25.40	❖ T1 / Amozoc
Tramo 2	Ent. Ixtenco	Ent. Cuapiaxtla	14.31	❖ T2 / Cuapiaxtla 1
				❖ A1 - A2 / Cuapiaxtla 3
				❖ T2 a / Cuapiaxtla 1a
				❖ A1 - A2 a / Cuapiaxtla 3a
Tramo 3	Ent. Cuapiaxtla	Ent. Oriental/Teziutlán	22.11	❖ AUDI
				❖ T2 / Cuapiaxtla 1
				❖ A5 - A6 / Cuapiaxtla 2
Tramo 4	Ent. Oriental/Teziutlán	Ent. Cantona	18.47	❖ T2 a / Cuapiaxtla 1a
				❖ T3 / Cantona 1
Tramo 5	Ent. Cantona	Ent. con autopista Amozoc – Perote	25.38	❖ A3 / Cantona 2
				❖ T3 / Cantona 1
Tramo 6	Ent. Perote I	Ent. con autopista Amozoc – Perote	6.7	❖ A4 / Cantona 3
Tramo 7	Ent. con autopista Amozoc – Perote	Ent. Perote II	11.3	❖ T4 / Perote
				❖ T3 / Cantona 1
				❖ A4 / Cantona 3

Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

Figura 3-2. Tramos de la concesión GANA



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

Teniendo en cuenta lo anterior a continuación se presenta los cruces en ambos sentidos de cada uno de los tramos que componen a la concesión.

Tabla 3-3. Número de cruces diarios totales para el año base 2023 por tramo

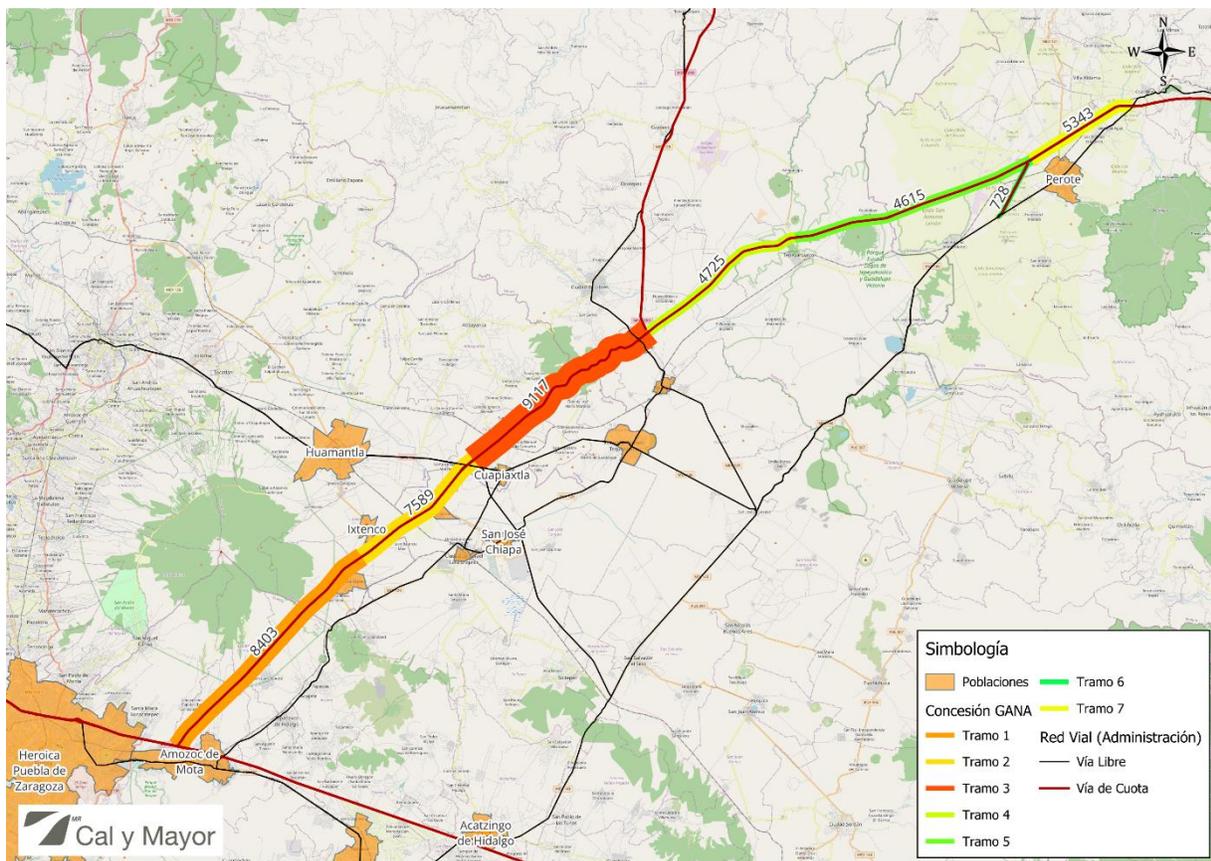
Tramo	Au	M	B	CU	CA1	CA2	Total
Tramo 1	8,403	70	586	985	941	357	11,342
Tramo 2	7,589	57	461	923	1,049	387	10,466
Tramo 3	9,117	73	589	1,181	1,194	751	12,905
Tramo 4	4,725	41	339	780	1,123	754	7,762
Tramo 5	4,615	39	338	787	1,125	759	7,663
Tramo 6	728	6	11	515	561	179	2,000
Tramo 7	5,343	45	349	1,302	1,686	938	9,663

Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

De la tabla anterior se puede identificar que los tramos con mayor tránsito se encuentran sobre la autopista Amozoc – Perote mientras que el tramo de menor tránsito corresponde a donde se ubica la caseta del Libramiento de Perote. Es importante destacar que los tramos con tráfico un mayor a 10,000 vehículos mixtos por día en el año base son los que se encuentran entre los entronques de Amozoc y Oriental siendo la caseta auxiliar A5–A6, que capta el tráfico que se conecta con la carreta MEX–136, la que aporta aproximadamente el 49% del tráfico del tramo 3 convirtiéndola en una de las principales casetas del activo.

Por otro lado los tramos 4 y 5 presentan volúmenes diarios muy similares puesto que en las casetas auxiliares del entronque de Cantona, en donde convergen ambos tramos, el volumen que entra y sale de la autopista a través de estas casetas es muy bajo aportando al volumen de la autopista aproximadamente el 2.5%.

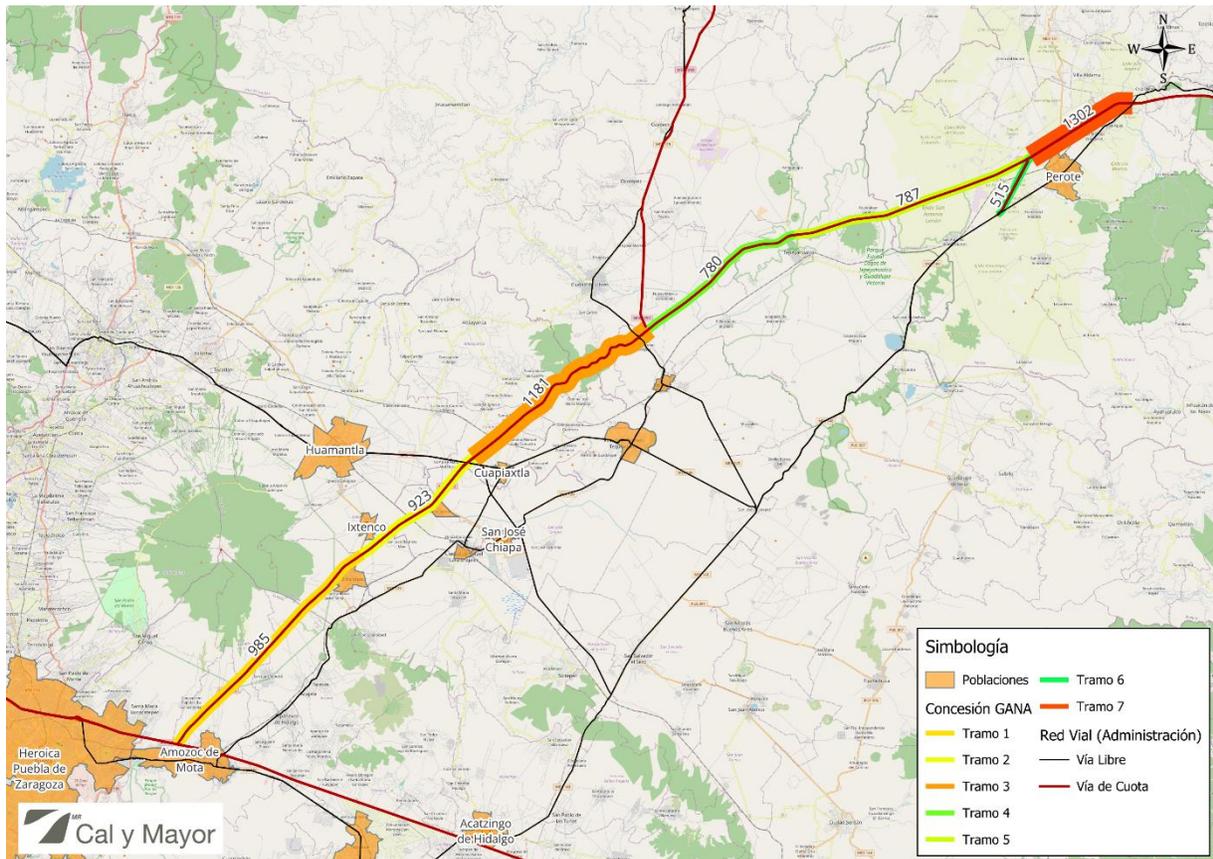
Figura 3-3. Número promedio de cruces diarios de automóviles para el año base por tramo



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

En la figura anterior se aprecia que los tramos 1 al 3 es por los cuales transitan más vehículos ligeros reduciéndose aproximadamente un 48% en el tramo 4 esto es consistente con los motivos comunes en los usuarios de este tipo de vehículo quienes suelen movilizarse por trabajo en viajes de corto y mediano recorrido y dado que las principales poblaciones se localizan en estos primeros tramos es de esperar que en estos mismos se presente el mayor flujo del activo.

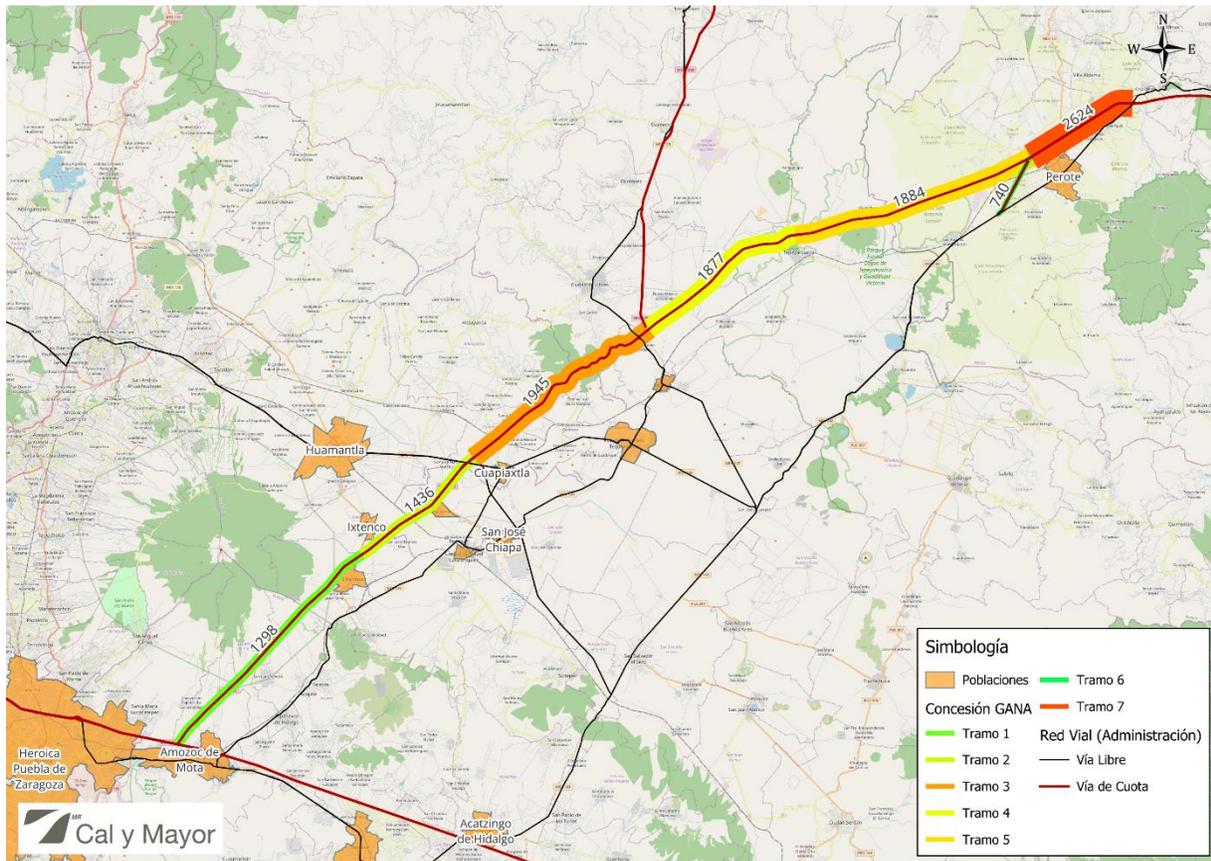
Figura 3-4. Número promedio de cruces diarios de camiones unitarios para el año base por tramo



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

En la figura anterior se aprecia que en el caso de camiones unitarios el flujo a lo largo de la autopista es más similar observándose una reducción aproximada del 33% del tránsito en el tramo 4 respecto al tramo inmediatamente anterior dada la conectividad de los entronques de Oriental y Teziutlán en donde se redistribuye el tráfico de estos vehículos. Por otro lado, es importante notar como en el tramo 7 se vuelve a aumentar el tráfico de camiones unitarios debido al aporte que le genera el libramiento a este tramo, cerca del 40%, gracias a la conectividad que este activo ofrece con la vía libre evitando transitar por la zona urbana de Perote.

Figura 3-5. Número promedio de cruces diarios de camiones articulados para el año base por tramo

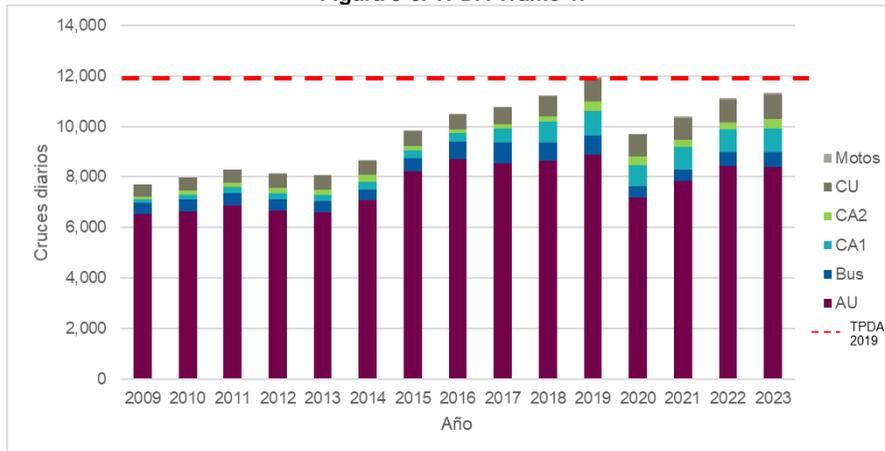


Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

Finalmente, como se ilustra en la figura anterior para el caso de camiones articulados el flujo a lo largo de la autopista aumenta luego del tramo 2 aproximadamente un 35% esto se debe al aporte que genera la carretera MEX-136 en el entronque de Cuapiaxtla tráfico que se mantiene similar en los tramos posteriores permitiendo concluir que el activo cumple con una vocación comercial captando viajes de mediano y largo recorrido en vehículos de carga pesada. De igual forma, es importante notar como en el tramo 7 se vuelve a aumentar el tráfico de camiones articulados dada la conectividad que ofrece el Libramiento de Perote con la vía libre y la autopista para los viajes de largo recorrido, esta conexión aporta aproximadamente el 28% de los viajes del tramo 7 marcando la vocación comercial con la que cumple el libramiento.

Para comprender mejor la dinámica de los activos a continuación, se presenta el comportamiento histórico de los distintos tramos de la concesión.

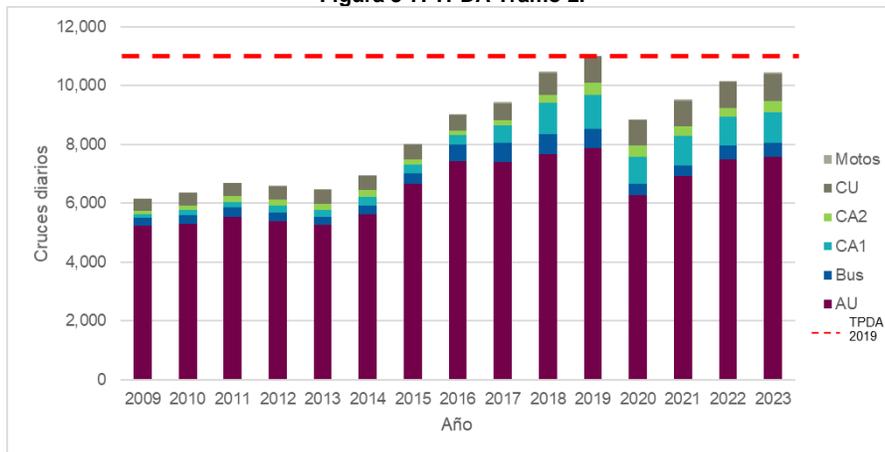
Figura 3-6. TPDA Tramo 1.



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

Es importante destacar que el tramo 1 está principalmente compuesto por vehículos livianos siendo esta categoría en el año base 2023 cerca del 74% del tráfico sin embargo es de notar como a partir del año 2019 los camiones han ido ganando fuerza en el tramo pues entre el 2009 y el 2017 los camiones representaban en promedio el 11% mientras que a partir del 2019 hasta el 2023 esta misma categoría representa en promedio el 20% del tráfico total. Por otro lado, se observa que este tramo aún no ha recuperado el tráfico prepandemia estando aproximadamente un 5% por debajo del volumen de 2019.

Figura 3-7. TPDA Tramo 2.



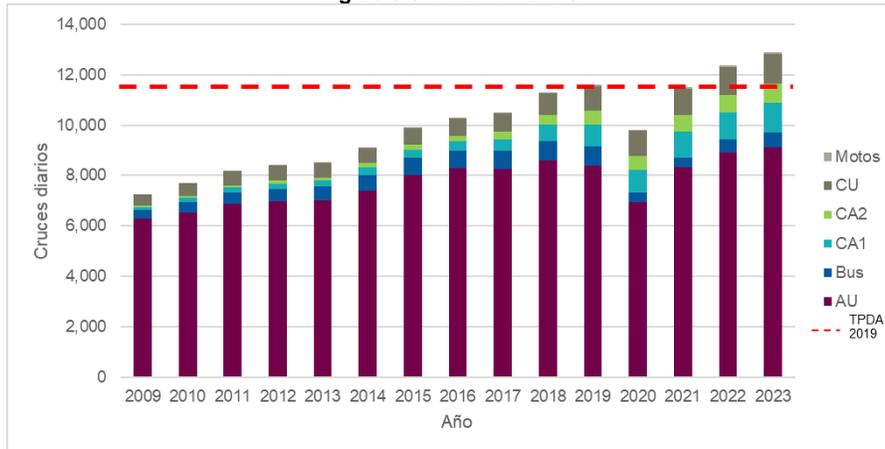
Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

El tramo 2 está principalmente compuesto por vehículos livianos siendo esta categoría en el año base 2023 cerca del 73% del tráfico sin embargo es de notar como a partir del año 2018 los camiones han incrementado su apartación en el tramo pues entre el 2009 y el 2017 los camiones representaban en promedio el 13% mientras que a partir del 2018 hasta el 2023 esta misma categoría representa en promedio el 22% del tráfico total. Por otro lado, se observa que este tramo al igual que el tramo 1 aún no ha recuperado el tráfico prepandemia estando aproximadamente un 5% por debajo del volumen de 2019.

Adicionalmente se identifica en los tramos 1 y 2 el tráfico está condicionado, además del crecimiento natural del tráfico, al comportamiento del ramal de Audi puesto que al revisar la información histórica en estos tramos se tiene un crecimiento fuerte entre los años 2015 y 2018 debido dos posibles causas;

la primera está relacionada con la construcción y puesta en funcionamiento de la planta de Audi, y la segunda se puede asociar al periodo de construcción de la primera etapa de la ciudad modelo en el periodo de 2016 y 2017. Por otra parte, se puede observar una demanda estable desde 2021 dado que el desarrollo de la ciudad modelo se encuentra detenido lo que permitiría explicar la lenta recuperación de estos tramos en los años postpandemia.

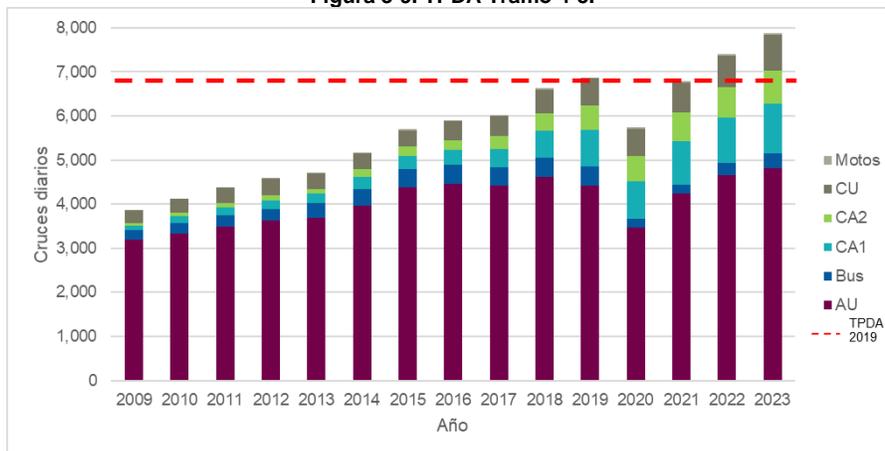
Figura 3-8. TPDA Tramo 3.



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

El tramo 3 al igual que ocurre con los dos anteriores está principalmente compuesto por vehículos livianos siendo esta categoría en el año base 2023 cerca del 71% del tráfico sin embargo es de notar como a partir del año 2018 los camiones han ido ganando fuerza en el tramo pues entre el 2009 y el 2017 estos representaban en promedio el 11% mientras que a partir del 2018 hasta el 2023 esta misma categoría representa en promedio el 22% del tráfico total. Por otro lado, se observa que este tramo si ha recuperado el tráfico prepandemia desde el año 2021 estando en el año base aproximadamente un 11% por encima del volumen de 2019.

Figura 3-9. TPDA Tramo 4-5.

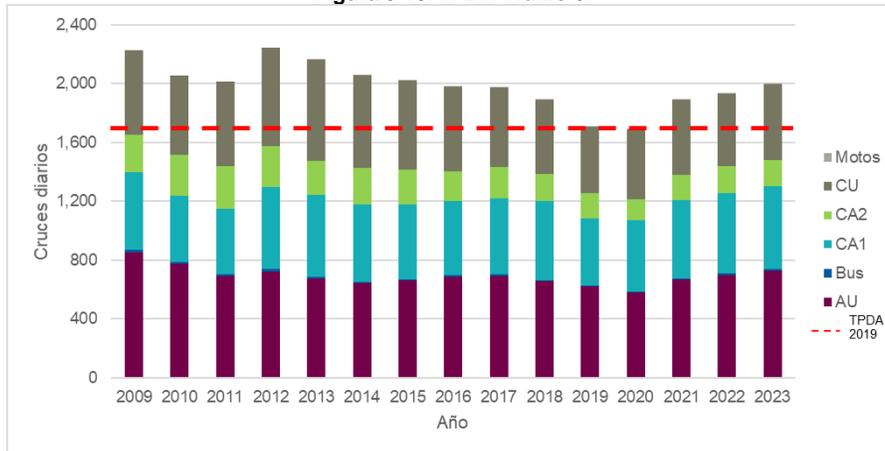


Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

Los tramos 4 y 5 están compuestos principalmente por vehículos livianos siendo esta categoría en el año base 2023 cerca del 61% del tráfico sin embargo es de notar que a diferencia los tramos anteriores estos han tenido históricamente una mayor concentración de camiones pues entre el 2009 y el 2017 estos representaban en promedio el 15% y a partir del 2018 hasta el 2023 esta misma categoría representa en promedio el 31% del tráfico total. Por otro lado, se observa que estos tramos

han recuperado el tráfico prepandemia desde el año 2021 estando en el año base aproximadamente un 15% por encima del volumen de 2019.

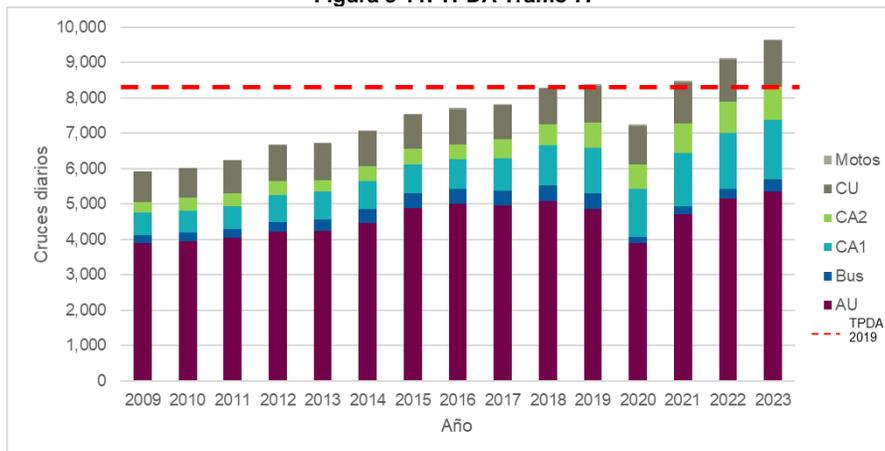
Figura 3-10. TPDA Tramo 6.



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

El tramo 6, que corresponde al Libramiento de Perote, está compuesto principalmente por vehículos de carga siendo esta categoría en el año base 2023 cerca del 63% del tráfico como se evidencia la vocación de este tramo es distinta a los demás tramos de la concesión pues existe históricamente una predominancia de camiones. Por otro lado, se observa que el tramo antes de la pandemia estaba estancado siendo la tendencia el decrecimiento del tráfico teniendo incluso una caída fuerte entre los años 2017 y 2019, sin embargo; el tramo tras la pandemia parece haber cambiado su dinámica presentando una tendencia de crecimiento en los últimos 3 años teniendo que el año base esta aproximadamente un 17% por encima del volumen de 2019.

Figura 3-11. TPDA Tramo 7.



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

Finalmente, el tramo 7 está compuesto principalmente por vehículos livianos siendo esta categoría en el año base 2023 cerca del 55% del tráfico sin embargo es de notar que a diferencia los tramos 1 al 5 este ha tenido históricamente una mayor concentración de camiones principalmente por el aporte del libramiento de Perote pues entre el 2009 y el 2018 estos representaban en promedio el 31% y a partir del 2019 hasta el 2023 esta misma categoría ha aumentado representado en promedio el 40% del tráfico total. Por otro lado, se observa que este tramo ha recuperado el tráfico prepandemia desde el año 2021 estando en el año base aproximadamente un 15% por encima del volumen de 2019.

Adicionalmente con la información proporcionada por el concesionario se puede conocer el número de cruces del año base 2023 por cada caseta del activo permitiendo identificar cuales tienen una mayor actividad en la concesión.

Tabla 3-4. Cruces año base 2023 por plaza de cobro

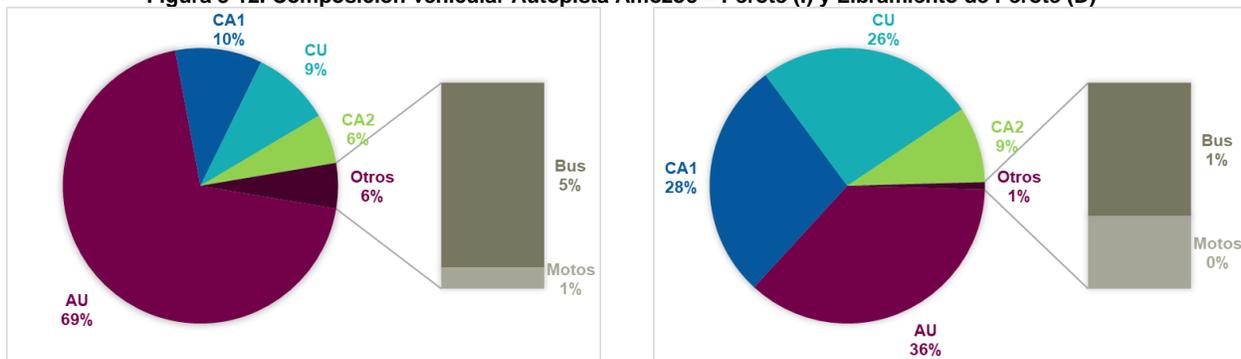
Plaza de cobro	Au	M	B	CU	CA1	CA2	Total
T1 / Amozoc	8,403	70	586	985	941	357	11,342
AUDI	1,355	8	206	100	301	28	1,988
T2 / Cuapiaxtla 1	5,031	40	243	559	468	266	6,607
A1 - A2 / Cuapiaxtla 3	1,157	9	12	240	219	84	1,721
T2 a / Cuapiaxtla 1a	10	0	0	5	11	5	31
A1 - A2 a / Cuapiaxtla 3a	36	0	0	19	50	14	119
A5 - A6 / Cuapiaxtla 2	4,076	33	346	617	715	480	6,267
T3 / Cantona 1	4,529	38	338	772	1,119	753	7,459
A3 / Cantona 2	196	3	1	8	4	1	213
A4 / Cantona 3	86	1	0	15	6	6	114
T4 / Perote	728	6	11	515	561	179	2,000

Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

De la tabla anterior, se observa las casetas troncales T1, T2 y T3, así como la caseta auxiliar A5–A6 son las que mayor tráfico tienen en la concesión aportando gran parte del tráfico que circula por los distintos tramos, es importante notar la importancia que tiene el entronque de Cuapiaxtla al conectar la Autopista Amozoc – Perote con la carretera MEX–136 siendo una alimentación mutua entre ambas vialidades. Por otro lado, se identifica que la caseta del Libramiento de Perote (T4) tiene un comportamiento similar al de la caseta auxiliar de AUDI por lo que se puede suponer que el libramiento está funcionando como una conexión entre la carretera libre (MEX–140) y la concesión de GANA especialmente para los vehículos de carga; también es válido suponer que el tráfico que está captando es local y al no existir polos de desarrollo cercanos a este que promuevan su uso la dinámica de crecimiento del libramiento será inferior a la de la autopista Amozoc – Perote.

Finalmente, para entender la vocación de los activos a continuación se presentan la composición vehicular considerando las casetas de mayor aportación de cada uno:

Figura 3-12. Composición vehicular Autopista Amozoc – Perote (I) y Libramiento de Perote (D)



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

Como se aprecia en la figura anterior la autopista Amozoc – Perote es un corredor utilizado en gran parte por vehículos livianos esto debido a las poblaciones existentes en los tres primeros tramos, como lo son Huamantla, Amozoc, Ixtenco, San José Chiapa, Villa del Carmen Tequexquitla, Oriental o Cuapiaxtla, se genera la necesidad de las personas de viajar entre ellas dando lugar a viajes de corto itinerario; sin embargo, al revisar el comportamiento de los vehículos de carga a lo largo del activo se puede ver que estos se mantienen constantes incluso aumentando el volumen de estos

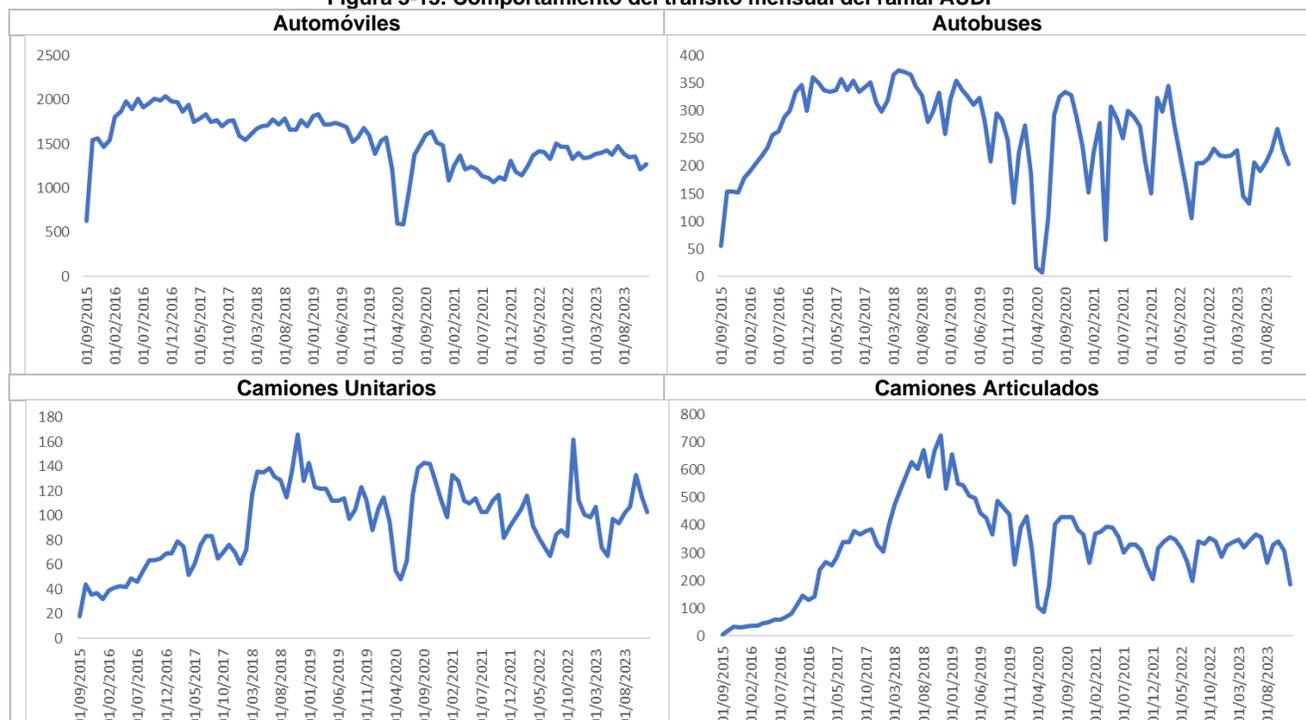
después del tramo 3 esto permite concluir que el activo también cumple con una vocación comercial captando viajes de mediano y largo recorrido en vehículos de carga.

Por otro lado, el libramiento de Perote cumple vocación diferente pues como se ilustra en la figura anterior el principal mercado que atiende es a los vehículos de carga que se conectan desde la vía libre a la autopista en recorridos de largo itinerario.

3.2 COMPORTAMIENTO DE RAMAL AUDI

El comportamiento del ramal de AUDI atiende a un mercado muy específico y focalizado: la planta de AUDI, el parque industrial y la ciudad modelo. El comportamiento del tránsito de los diferentes tipos de vehículos desde que abrió el ramal muestra un incremento importante en el periodo de construcción de la primera etapa de la ciudad modelo que en el periodo de 2016 y 2017. Estos afectaron en mayor medida los camiones.

Figura 3-13. Comportamiento del tránsito mensual del ramal AUDI



Fuente: Cal y Mayor con base en información proporcionada por el concesionario

Después del año 2021 se puede observar una estabilización de los aforos en todos los tipos de vehículo.

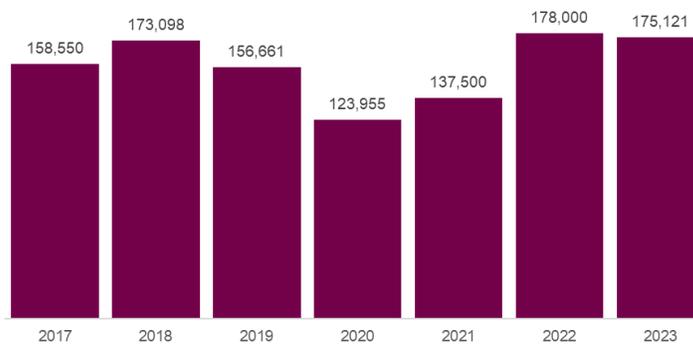
El comportamiento de uno de los impulsores del tránsito identificados en el ramal es la actividad de la planta de Audi. Conforme al comportamiento de la producción de vehículos desde la apertura la producción máxima se ha alcanzado en el año 2022.

Figura 3-14. Comportamiento mensual de la producción de planta de AUDI



Fuente: Cal y Mayor con base en información de inegi

Figura 3-15. Comportamiento anual de la producción de AUDI



Fuente: Cal y Mayor con base en información de inegi

En cuanto a la Ciudad Modelo, el proyecto consta de tres etapas con 5 polígonos, tres de ellos habitacionales y dos industriales. En cuanto a las etapas habitacionales hasta el año 2023 se contaba con 589 departamentos, los departamentos son ocupados por los trabajadores y empleados de las empresas localizadas en el lugar como son: AUDI, La Morena, Empacadora San Marcos y Heineken. Las otras etapas están pendientes de desarrollo.

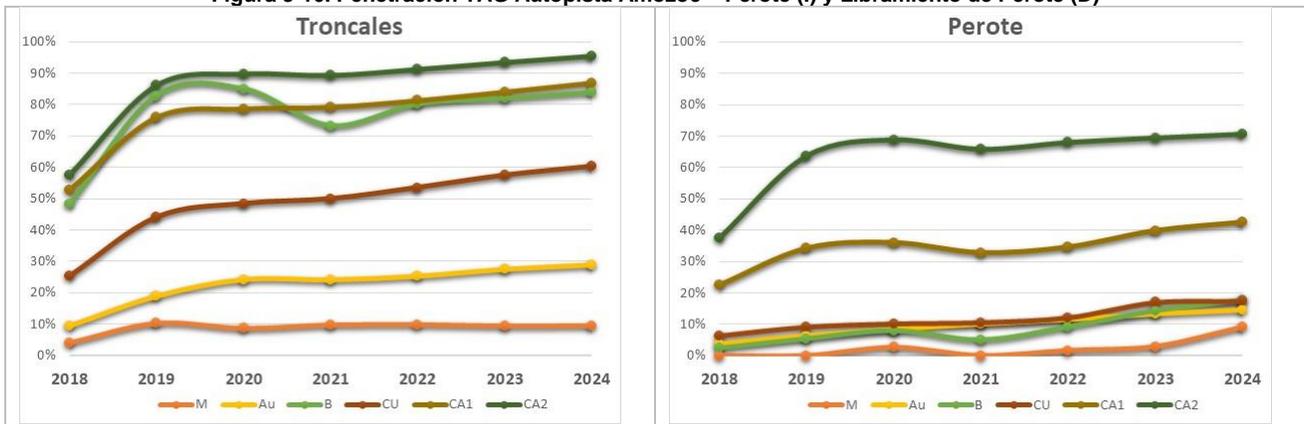
El análisis de los tránsitos y del comportamiento de sus detonantes, la demanda del ramal fuera de los periodos de construcción de los desarrollos (Ciudad Modelo, Célula militar etc.), se puede observar una demanda estable desde 2021 por lo que su desarrollo futuro está supeditado al despegue de la actividad en los centros industriales y de las etapas habitacionales que quedan por concluir.

3.3 PENETRACIÓN DEL TAG

La implementación del pago electrónico en los activos de GANA comienza a partir del año 2018 y se ha incrementado paulatinamente con el paso de los años. La penetración de los dispositivos electrónicos de pago presenta diferencias dependiendo del tipo de vehículo del que se trate y del activo, el cual cuenta con un mercado específico al que atienden.

En el caso de la autopista Amozoc – Perote, el 29% de los vehículos livianos prefieren el pago en efectivo, así como el 10% de las motocicletas. Este segmento presenta una tendencia constante a lo largo del tiempo. En cambio, los vehículos de largo recorrido como camiones articulados y autobuses presentan un uso de TAG superiores al 80%. En el caso de los camiones unitarios, son quienes presentan una mayor dinámica de penetración al incrementarse de un 44% en 2018 a un 60% en 2024. En contraste, el Libramiento de Perote, al atender un mercado local presenta una menor penetración al pago con TAG, en este, los automóviles y las motocicletas apenas pasaron del 2% en 2018 al 10% en 2024 y los camiones unitarios del 9% al 18% en este mismo lapso de tiempo. En caso de los CAI y II el pago con TAG pasó de 20% y 40% en 2018 a 40% y 70% en el 2024 respectivamente.

Figura 3-16. Penetración TAG Autopista Amozoc – Perote (I) y Libramiento de Perote (D)



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

4 ANÁLISIS DE RED

El corredor Amozoc – Perote (GANA), conformado por la Autopista Amozoc – Perote y el Libramiento de Perote, comenzó operaciones en enero del 2009 formando parte integral del corredor logístico Ciudad de México – Veracruz, así como una conexión con el centro de país con el corredor Atlacomulco – Veracruz y teniendo acceso a los corredores comerciales de la región norte como lo son el eje carretero México – Nogales con ramal a Tijuana y México – Nuevo Laredo con ramal a Piedras Negras.

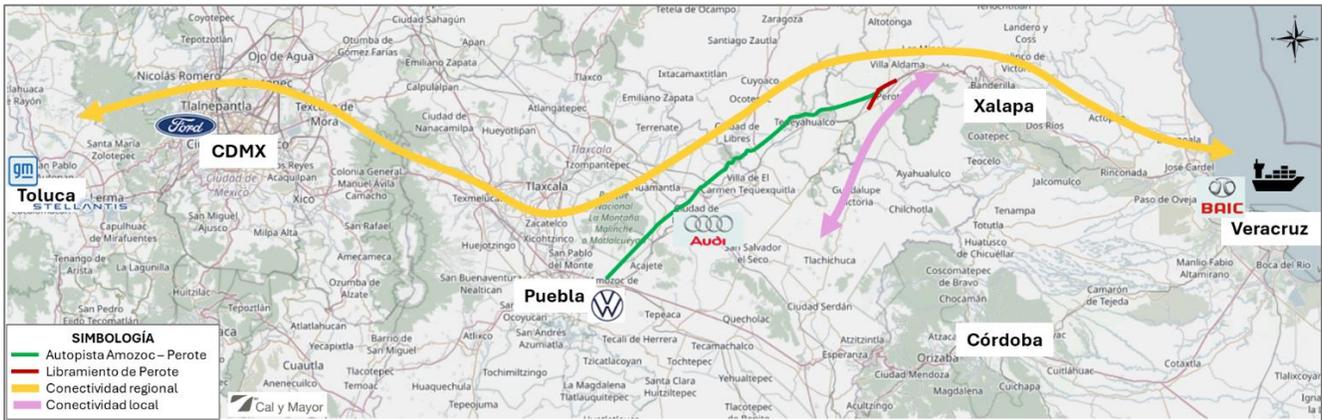
Figura 4-1. Ejes carreteros nacionales



Fuente: Anuario estadístico del Sector Comunicaciones y Transportes, 2018.

En la Figura 4-2 se observa la ubicación estratégica de la Autopista Amozoc – Perote, donde se observa una conectividad con varios de los principales polos generadores y atractores de viaje del país como lo son: el Puerto de Veracruz, la zona automotriz de Puebla y el Estado de México, así como las ciudades de Veracruz, Xalapa, Puebla y Ciudad de México entre otras. En contraste, el Libramiento de Perote permite una conectividad local con las poblaciones cercanas a la autopista Amozoc – Perote y la consecuente Perote – Banderillas. Poblaciones que están inmersas en una red carretera libre de cuota y con bajo impacto económico a la región.

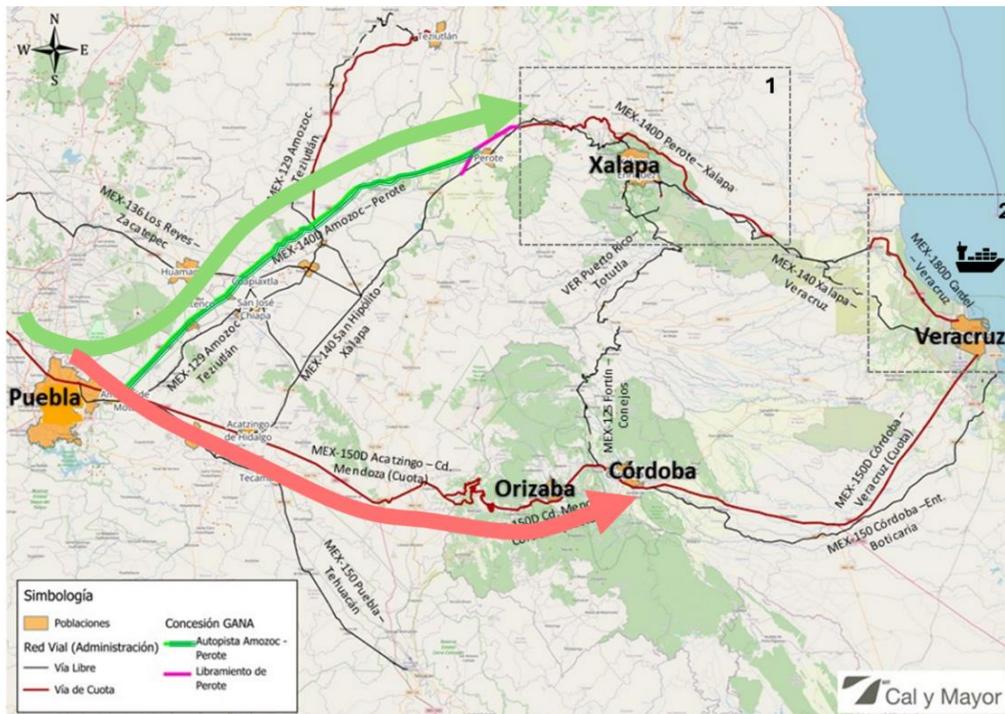
Figura 4-2. Conectividad regional y local de GANA



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con apoyo de Open Street Map.

En la Figura 4-3, se observa que la conectividad de GANA no se da por sí sola, la Autopista Amozoc – Perote es codependiente del tránsito que pasa por sus vías complementarias a la ruta MEX – 140D: Perote – Xalapa (recuadro 1) y Xalapa – Veracruz, este último segmento con un ramal de cuota por la ruta MEX – 180D de Cardel a Veracruz (recuadro 2). En tanto que la ruta de competencia regional se da a través del corredor de Puebla – Orizaba – Córdoba – Veracruz, como lo indican la flecha de color rojo en dicha imagen.

Figura 4-3. Vías complementarias y de competencia a GANA



Fuente: Cal y Mayor, 2024.

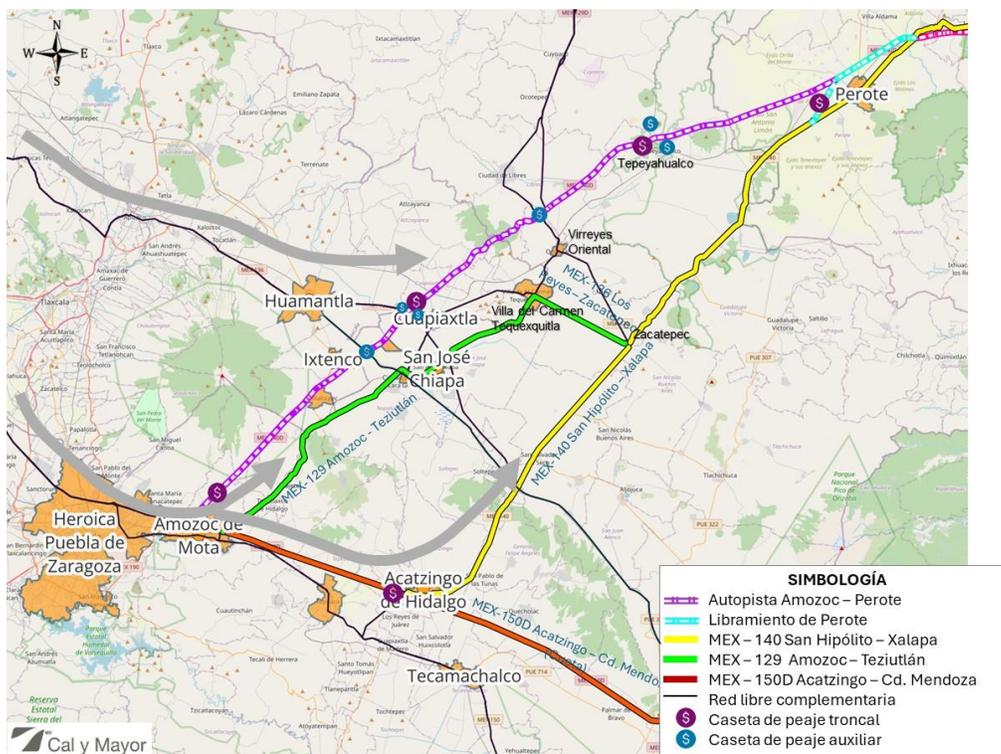
Debido a esta conectividad regional entre el Puerto de Veracruz y la región centro del país, el flujo vehicular puede dividirse en estos dos grandes ramales el corredor Xalapa (flecha verde) y el corredor

de Córdoba (flecha roja), adicionalmente se encuentran segmentos de red libre de peaje que permite la conectividad local entre diversas poblaciones.

En términos locales, la autopista Amozoc – Perote comunica directamente con las poblaciones de Amozoc, San José Chiapa, Huamantla, Virreyes, Zacatepec, Tepeyahualco y Perote. Lo que permite a la autopista el tener un flujo troncal por las casetas de Amozoc, Cuapiaxtla, Cantona y Perote, además de flujos de menor distancia a través de las plazas de cobro auxiliar.

Un tránsito importante a considerar es el que proviene de la región norte e ingresa por Huamantla, esta vía tiene una conexión directa con la autopista MEX – 40D (Arco Norte) quien permite la conexión con los mercados provenientes del norte y bajo del país evitando el paso por las zonas metropolitanas de Puebla y Ciudad de México.

Figura 4-4. Red local a GANA



Fuente: Cal y Mayor, 2024.

Esta red local cuenta con diversas características físicas que en general se encuentra con características físicas de regulares a buenas, siendo en los segmentos urbanos donde se encuentran problemas de pavimento y elementos de control de velocidad como semáforos, algunas de estas imágenes pueden observarse en la Figura 4-5.

El conocimiento de esta red por parte de los usuarios, así como sus propias necesidades de viaje permiten el planteamiento de distintas ventajas que hacen de GANA una ruta de competencia respecto a otros caminos.

5 VENTAJA COMPETITIVA

La ventaja competitiva permite conocer el atractivo que puede tener una carretera respecto a sus vías de competencia considerando distintos factores que influyen en la toma de decisión de los usuarios entre los que se puede mencionar:

- **Distancia:** La longitud de las carreteras puede influir en la rapidez y eficiencia del viaje, por lo cual una carretera más corta y directa podría aumentar la preferencia de los usuarios a usarla.
- **Condiciones de la carretera:** La calidad del pavimento, la presencia de baches, la cantidad de curvas y la presencia de señalización adecuada pueden afectar la comodidad y seguridad de los usuarios haciendo que este considere su ruta de acuerdo a las condiciones físicas que le ofrezcan las distintas vías.
- **Tiempo de viaje:** La duración del viaje es uno de los factores más importantes para los usuarios al elegir una carretera, pues una carretera que ofrece un tiempo de viaje más corto y predecible suele ser preferida. El tiempo de viaje puede estar influenciado por varios factores, como la distancia, las condiciones del tráfico y la calidad de la carretera.
- **Costo:** Los peajes y otros costos asociados con el uso de cada carretera son un factor importante para los usuarios.
- **Seguridad:** La incidencia de accidentes y la calidad de las medidas de seguridad en cada carretera pueden influir en la percepción de riesgo por parte de los usuarios.

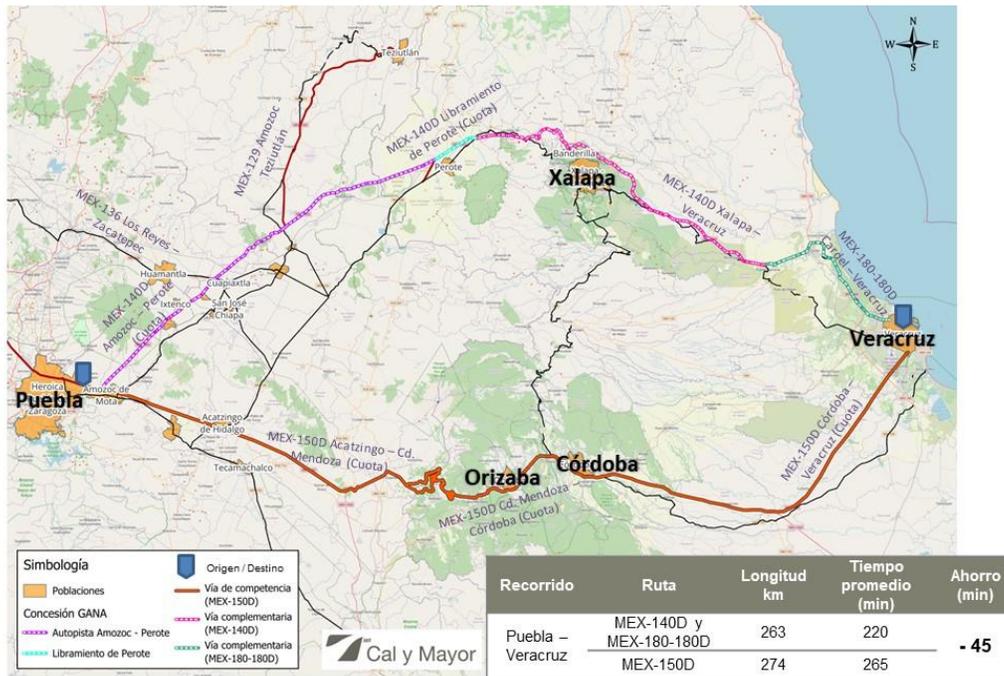
En este capítulo se analizará la ventaja competitiva entre la concesión GANA y sus vías de competencia como lo son la carretera federal MEX–150D y la carretera federal MEX–140 teniendo en cuenta los factores de distancia y tiempo de viaje. Es importante notar que para este análisis se tiene la existencia de dos mercados: uno de largo recorrido que sería la ruta que conecta Puebla con Veracruz, y otro de mediano recorrido que corresponde a la ruta que conecta Puebla con Banderilla.

Este análisis fue realizado a través de plataformas electrónicas con datos de Google Maps para distintos periodos de una semana típica en ambos sentidos. Los datos presentados son intervalos de tiempo mínimo, máximo y promedio bajo condiciones regulares. Se excluye del análisis fechas atípicas o condiciones operativas de tránsito extraordinarias como pueden ser bloqueos o accidentes.

En cuanto a las tarifas que reportan estas ventajas competitivas, se recopiló información de GANA, COPEXA, e información pública reportada por la SICT a tarifas vigentes 2024 con IVA.

En la Figura 5-1 se muestra la concesión GANA, así como sus vías complementarias (MEX–140D y MEX–180–180D) junto con su vía de competencia por el corredor de Córdoba (carretera MEX–150D) que permiten conectar Puebla con Veracruz.

Figura 5-1. Ventaja competitiva – Largo recorrido



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información de Google Maps.

Para un usuario que viaje desde Puebla hasta Veracruz y viceversa y decida utilizar la concesión GANA va a experimentar un ahorro de tiempo promedio de 45 minutos comparado con la vía de competencia (MEX–150D) en este recorrido; adicionalmente de la figura anterior, se puede estimar que un usuario que viaja a través de la concesión GANA puede circular a una velocidad promedio de 72 km/h mientras que el usuario que decida viajar por la vía de competencia hará el recorrido con velocidad promedio de 62 km/h.

Lo anterior permite concluir que para un usuario de largo recorrido donde solo toma en cuenta el tiempo de recorrido, es más atractivo utilizar la concesión GANA que la vía de competencia ya que podrá viajar a mayores velocidades completando su recorrido en un menor tiempo a cambio del pago de los peajes. En la Tabla 5-1, se observan las tarifas 2024 con IVA correspondientes en las rutas dependiendo del grupo vehicular. Se observa que la ruta de GANA es más onerosa respecto a su competencia, especialmente en los vehículos ligeros.

Tabla 5-1. Comparativa de tarifas por rutas de largo recorrido

Ruta	M	Au	B	CU	CA1	CA2
GANA – Autopistas MEX 140D + MEX 180D	449	865	1,206	1,339	2,026	2,861
Córdoba – Autopista MEX 150D	268	538	991	1,111	1,818	2,097
Diferencia GANA vs Córdoba	181	327	215	228	208	764
Diferencia porcentual	68%	61%	22%	21%	11%	36%

Fuente: Cal y Mayor, 2024 con información de SICT, Aleática, COPEXA, entre otras.

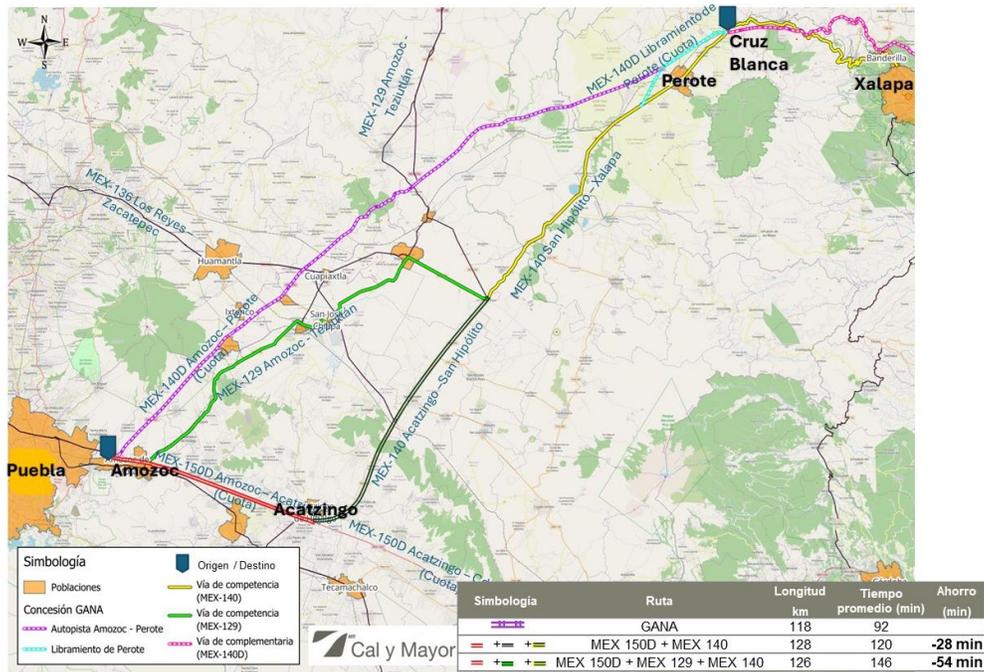
Para estimar la ventaja competitiva exclusiva de la concesión GANA se realizaron dos escenarios de comparativa, en los cuales se asume que el usuario viajará de una zona industrial a las afueras de Puebla hasta una población llamada Cruz Blanca.

- Escenario 1: GANA vs la ruta conformada por las carreteras MEX 150D + MEX 140 (trazo rojo + gris + amarillo) donde se recorren aproximadamente 10 km adicionales a GANA y con una

velocidad de circulación de 64 km/hr aproximadamente. Estos dos factores contribuyen a que GANA tenga un ahorro en tiempo de recorrido de aproximadamente 28 minutos.

- Escenario 2: GANA vs la ruta conformada por las carreteras MEX 129 + MEX 140 (trazo rojo hasta Amozoc + verde + amarillo). Esta ruta de competencia presenta velocidades promedio de 52 km/hr y tiene que recorrer 8 km más de longitud que GANA. Permitiendo a la concesión GANA tener un ahorro cercano a una hora (54 min).

Figura 5-2. Ventaja competitiva – Recorrido medio



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información de Google Maps.

La comparativa de tarifas 2024 con IVA por ruta se muestra en la Tabla 5-2, en ella se observa como GANA se compara con vías en su mayor parte libres de peaje, haciendo evidente cómo para el mercado local GANA es notoriamente onerosa.

Tabla 5-2. Comparativa de tarifas por rutas de recorrido medio

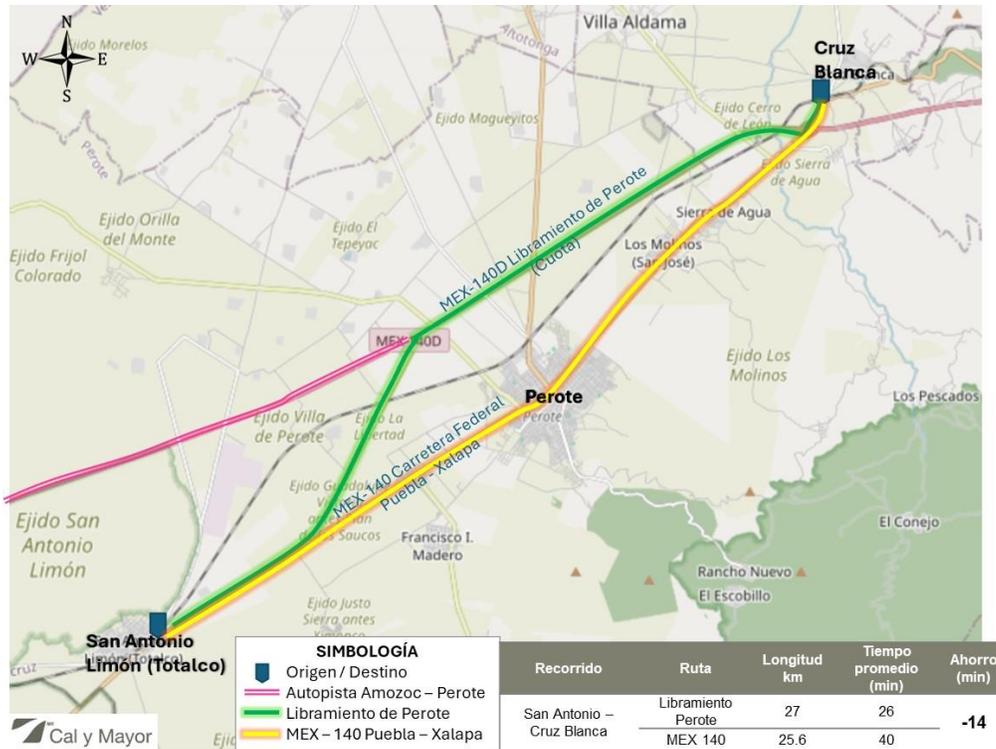
Ruta	M	Au	B	CU	CA1	CA2
GANA	196	393	611	611	781	1,097
Escenario 1 → MEX 150D + MEX 140	44	88	129	129	166	230
Escenario 2 → MEX 150D + MEX 129 + MEX 140	0	0	0	0	0	0
Diferencia GANA vs Escenario 1	152	305	482	482	615	867
Diferencia GANA vs Escenario 2	196	393	611	611	781	1,097
Diferencia porcentual: GANA vs Escenario 1	345%	347%	374%	374%	370%	377%

Fuente: Cal y Mayor, 2024 con información de SICT, Aleática, COPEXA, entre otras.

También fue estimada la ventaja competitiva que ofrece el Libramiento de Perote respecto a su vía de competencia por la carretera MEX 140, tomando los puntos de origen y destino en las poblaciones de San Antonio Limón y Cruz Blanca; esto con la finalidad de mostrar exclusivamente los ahorros de tiempo del libramiento de Perote sin la interferencia de la autopista adyacente Perote – Banderilla. Como se observa en la Figura 5-3, la carretera de competencia al Libramiento de Perote, la carretera

MEX 140 cruza por la zona urbana de Perote a una velocidad promedio de 40 km/hr lo cual permite al libramiento tener un ahorro promedio de 14 minutos.

Figura 5-3. Ventaja competitiva Libramiento de Perote



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información de Google Maps.

La tabla comparativa de estas rutas se muestra en la Tabla 5-3

Tabla 5-3. Comparativa de tarifas Libramiento Perote vs MEX 140

Ruta	M	Au	B	CU	CA1	CA2
Libramiento de Perote	34	68	91	44	54	151
Carretera MEX 140	0	0	0	0	0	0

Fuente: Cal y Mayor, 2024 con información de SICT, Aleática, COPEXA, entre otras.

6 ANÁLISIS TARIFARIO

A partir de información publicada por la SICT, así como de los sitios web oficiales de varios concesionarios, se obtiene la información de tarifas con IVA vigentes 2024 para las autopistas y libramientos de la región Puebla – Veracruz, realizando una comparativa respecto a las tarifas vigentes de GANA. Se considera una muestra regional de 24 activos, en tanto que para la comparativa nacional se tiene una muestra de 122 autopistas y 42 Libramientos. En este análisis se excluyen las tarifas de túneles, puentes y cruces fronterizos.

En la Tabla 6-1 se muestra la comparativa por grupo vehicular tanto regional como nacional versus GANA, identificándose en azul las tarifas por tipología que son mayores al promedio nacional y regional, y en rojo las que son menores, además de presentar en verde la comparativa frente a la concesión de COPEXA que complementa el corredor.

Tabla 6-1. Tarifa con IVA 2024 (\$/km)

Activo	M	Au	B	CU	CA1	CA2
Amozoc – Perote	1.9	3.9	6.1	6.2	8.1	11.1
Libramiento de Perote	1.9	3.9	5.2	5.2	7.2	9.1
Promedio regional – Todos los activos	1.5	2.9	5.4	5.9	10.3	12.2
Mínimo regional	0.3	0.6	1.2	1.5	2.4	2.5
Máxima regional	3.1	6.3	13.5	13.5	22.5	26.7
Promedio nacional – Autopistas	1.4	2.9	5.4	5.5	9.0	11.7
Promedio nacional – Libramientos	1.6	3.1	5.8	6.3	9.6	12.5
Amozoc – Perote VS Prom. Regional	32%	35%	13%	4%	-22%	-9%
Amozoc – Perote VS Prom. Nacional	39%	36%	14%	12%	-11%	-5%
Lib. Perote VS Prom. Regional	31%	35%	-5%	-13%	-30%	-26%
Lib. Perote VS Prom. Nacional	21%	23%	-11%	-18%	-25%	-27%
GANA vs COPEXA	-37%	-38%	-20%	-21%	-36%	-46%

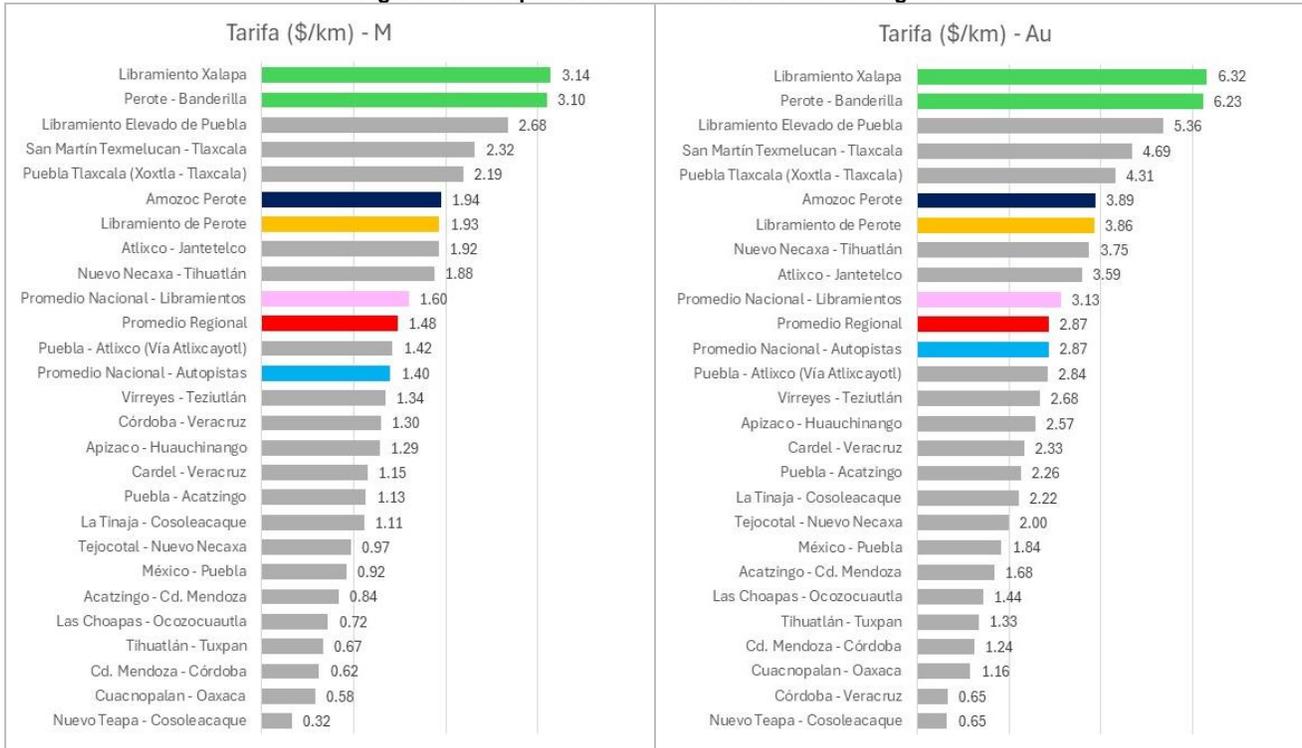
Fuente: Cal y Mayor, 2024 con información de SICT, Aleática, COPEXA, entre otras.

En la Figura 6-1, Figura 6-2 y Figura 6-3 se observa la comparativa tarifaria de cada activo respecto al promedio regional (barra roja) y nacional (barra azul y rosa); se indica con barras azul oscuro la autopista Amozoc – Perote, en amarillo el libramiento de Perote y en color verde los activos que de manera inmediata complementan el corredor Puebla – Veracruz.

Como se observa en la Figura 6-1, en el caso de los vehículos ligeros (motocicletas y automóviles) las tarifas más altas corresponden a los archivos complementarios Libramiento de Xalapa y Perote Banderilla, en tanto que GANA se encuentra arriba a los promedios regionales y nacionales.

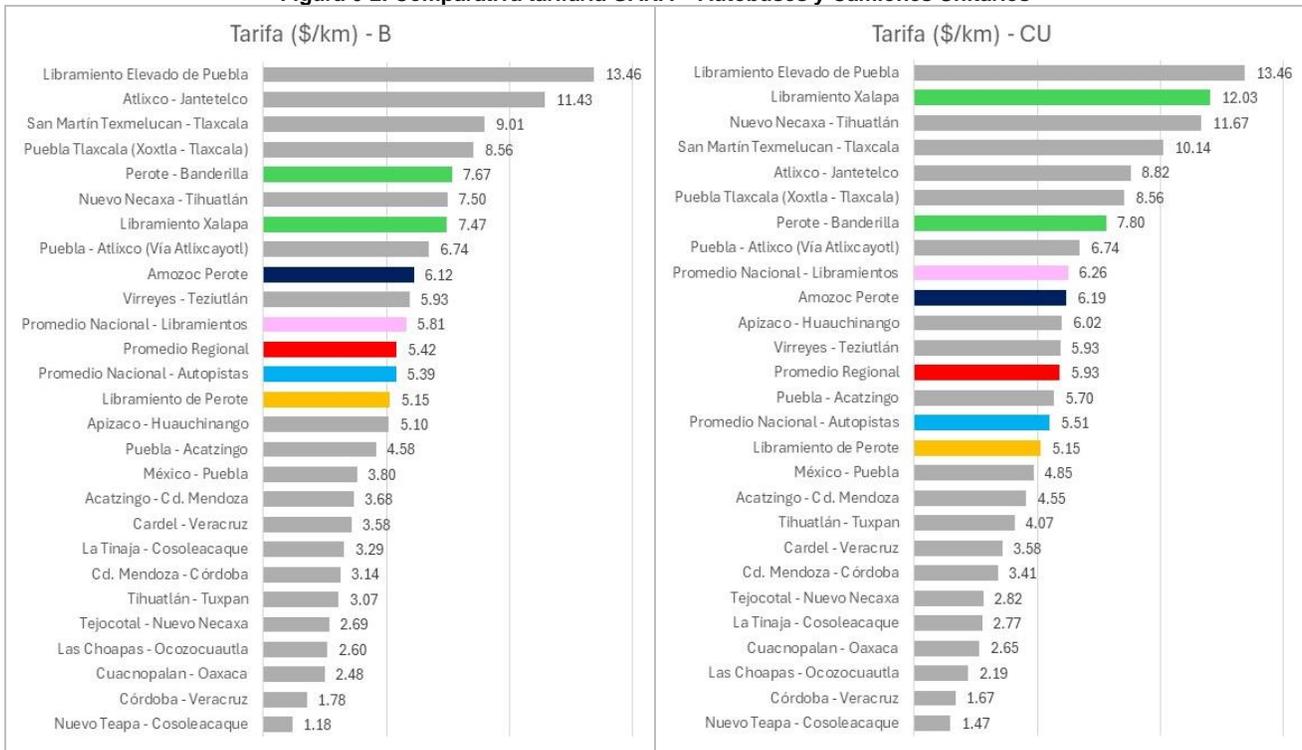
De manera similar se comportan los autobuses y los camiones unitarios de la autopista Amozoc – Perote (tarifas mayores al promedio nacional y regional). Sin embargo, el Libramiento de Perote ya muestra una diferencia de tarifas menores a los promedios nacionales y regional, como se muestra en la Figura 6-2.

Figura 6-1. Comparativa tarifaria GANA – Vehículos ligeros



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con información de SICT, Aleática, COPEXA, entre otras.

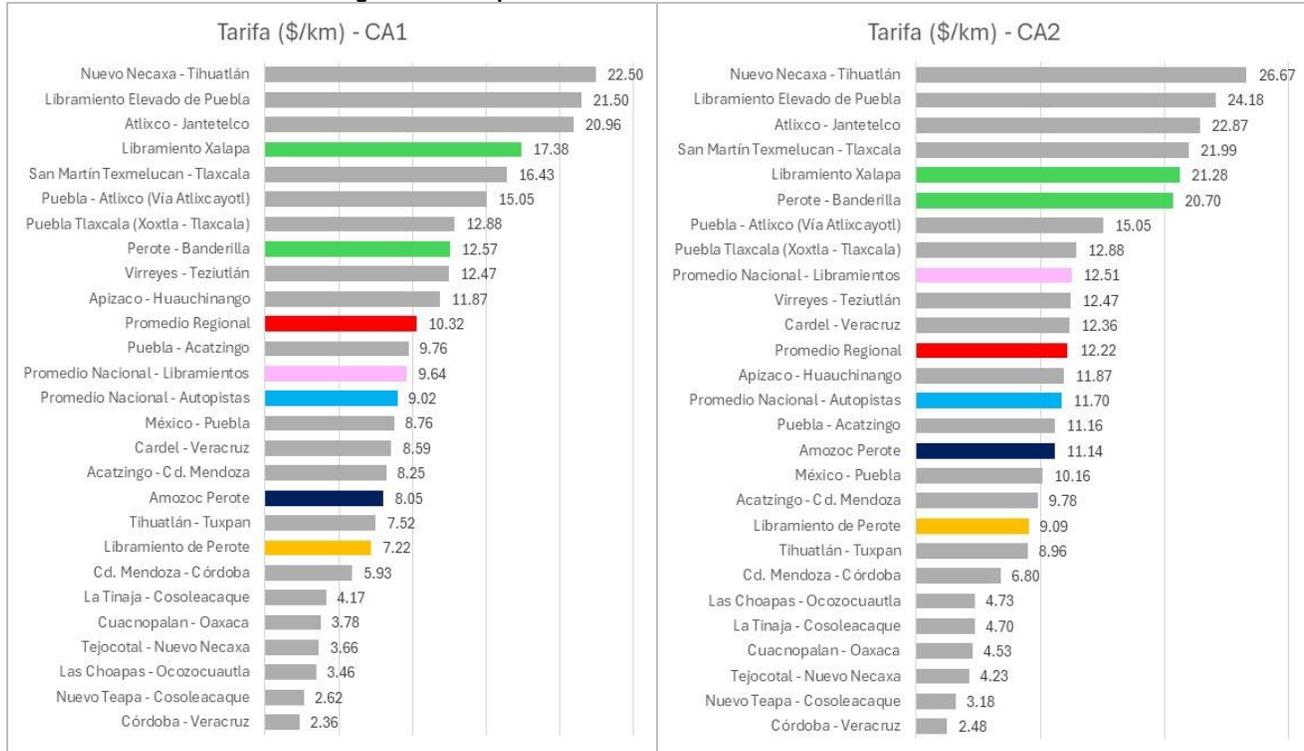
Figura 6-2. Comparativa tarifaria GANA – Autobuses y Camiones Unitarios



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con información de SICT, Aleática, COPEXA, entre otras.

En el caso de los camiones articulados como se observa en la Figura 6-3, tanto la autopista Amozoc – Perote como el Libramiento de Perote cuentan con tarifas muy por debajo de los promedios nacionales y regionales.

Figura 6-3. Comparativa tarifaria GANA – Camiones Articulados



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con información de SICT, Aleática, COPEXA, entre otras.

A partir de esta información se concluye que si bien los activos de GANA presentan una tarifa superior al promedio nacional y regional en vehículos ligeros e incluso autobuses y camiones unitarios en el caso de la autopista Amozoc – Perote, esto está correlacionado con el ingreso del activo dado que la composición vehicular es primordialmente vehículo ligero.

En el caso de los camiones articulados se observa una oportunidad relevante con respecto a las tarifas nacionales y regionales dado que GANA tiene un margen de aproximadamente 12% menor.

Sin embargo, al ver las tarifas de GANA a nivel corredor, estas tarifas tienen un menor costo respecto a las tarifas de la vía complementaria Perote – Xalapa, al ser un promedio de 33% más económicas que esta última.

7 CAPTACIÓN DEL MERCADO SEGÚN DATOS VIALES

Para conocer la capacidad de los activos en estudio para captar vehículos de otras rutas, se realizó el siguiente análisis que compara los volúmenes de tráfico entre el corredor norte, compuesto por las carreteras MEX-140D y MEX-180-180D, y el corredor sur que corresponde a la carretera MEX-150D en primera instancia, para después realizar la misma comparativa entre la concesión GANA y las alternativas de competencia.

El tránsito de la red de influencia se obtuvo utilizando la información de datos viales publicados por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), la cual, cada año incorpora información correspondiente al Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) desagregada por tipo de vehículo en distintas estaciones fijas en la red carretera del país, fue empleada la información publicada en 2023 que corresponde a datos del año previo es decir 2022.

Para estos análisis se emplearon puntos representativos al flujo de vehículos que circula por la zona de estudio, se seleccionaron aquellas ubicaciones que no tienen una influencia directa de zonas urbanas, y se tuvo cuidado de incorporar información que mostrara el tránsito en ambos sentidos.

7.1 CAPTACIÓN REGIONAL CORREDOR GANA VS CORREDOR SUR

Se realiza una comparativa de tránsito entre los corredores de GANA y el corredor Sur, el cual considera la autopista Orizaba – Puebla MEX 150D. En el mapa de la Figura 7-1 se observan ambos corredores con el tránsito correspondiente en cada punto, así como su composición vehicular y dos tasas de crecimiento media anual; una que abarca todo el periodo de análisis y otra que abarca exclusivamente el crecimiento hasta 2019, esto con la finalidad de excluir el periodo de pandemia por COVID-19.

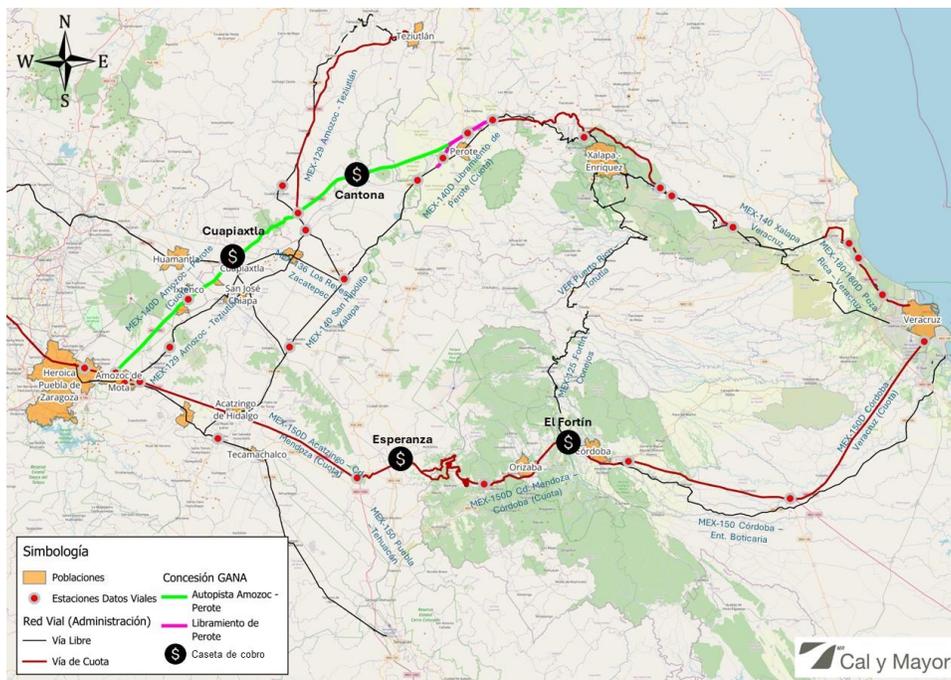
En el corredor sur se observa que además de la ruta hacia Veracruz, existen dos vías alimentadoras que producen y atraen viajes hacia Oaxaca y el sureste del país. Adicionalmente, las ciudades de Orizaba y Córdoba también son puntos atractores y productores de viaje. Observando la ruta en dirección Puebla – Veracruz, se observa un volumen de 33,862 vehículos en la caseta Amozoc y de 5,640 en la caseta Paso del Toro. Asimismo, se presenta una interacción importante entre Córdoba y Orizaba, lo que ha significado un crecimiento promedio anual entre el 2012 y 2022 del 7% y 10% en las estaciones T. Der. Cd. Mendoza y T. C. Córdoba - Ent. Boticaria respectivamente siendo superior a la tasa de crecimiento media anual observada en otras estaciones del corredor que ronda entre el 1% y 2%. Por último, se puede inferir que la mayoría de los vehículos de diferencia entre las dos casetas al oriente siguen su camino hacia el sur de Veracruz o hacia el sureste de México.

En el corredor norte, la vía Amozoc – Veracruz está compuesta por vías libres y de cuota, que conectan a diversas localidades a lo largo de la ruta, por lo que los volúmenes observados en este segmento del corredor tienen variaciones altas. Para el caso poniente del corredor, se observa un volumen de 11,248 en la caseta Amozoc II de la Autopista Amozoc – Perote, que después se reduce a 6,530 y aumenta nuevamente a 10,901 en la siguiente caseta, esta variación se debe a la conexión que tiene la autopista Amozoc – Perote con poblaciones Ixtenco, San José Chiapa, Huamantla o Cuapiaxtla que reducen el volumen en los primeros kilómetros; sin embargo, después de la conexión de la carretera MEX-136 el volumen se incrementa nuevamente haciendo que esta última sea una ruta alimentadora del corredor.

Adicionalmente, la ciudad de Xalapa es uno de los puntos más importantes de la ruta al ser la capital del estado de Veracruz, atrayendo y produciendo gran parte de los viajes del corredor alcanzando un tránsito de 21,453 vehículos. Así mismo se evidencia un crecimiento marcado de todo el corredor en los últimos años presentando tasa de crecimiento media anual entre 2.4% y 3.6%.

A continuación, se realiza la estimación del porcentaje que GANA capta del mercado regional para cada grupo vehicular, empleando para ello la información de las casetas más representativas de los corredores y que sean relativos geográficamente a ambos corredores, en este caso Cantona, El Fortín y La Esperanza como se observa en la Figura 7-2.

Figura 7-2. Casetas de cobro consideradas para la estimación de captación



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con información de DV SICT 2022

En la Tabla 7-1, se observa que el mercado captado a datos 2022 está en un rango total de 32% a 42%, siendo los vehículos enfocados a pasajeros quienes reportan una captación superior al 35%. Sin embargo, los vehículos pesados prefieren circular por el corredor de sur, donde GANA logra captar del 23% al 30% en este sector.

Tabla 7-1. Estimación de captación GANA vs Corredor Sur

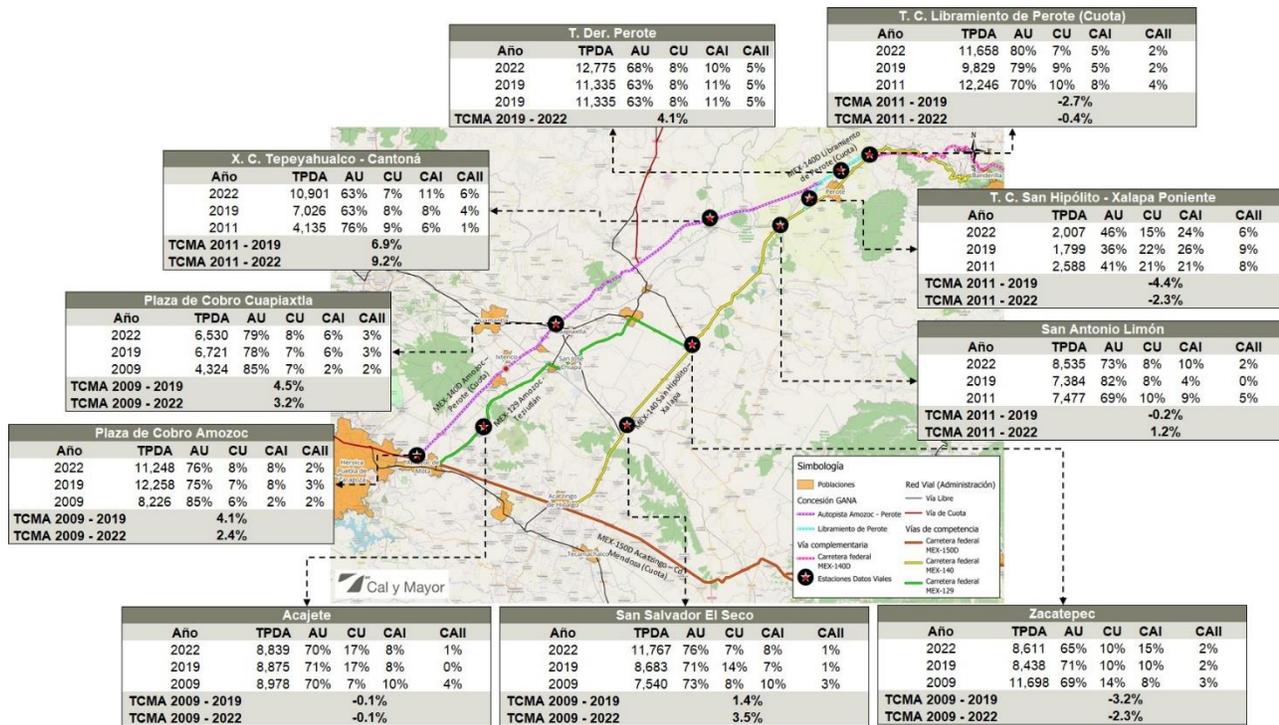
Caseta de cobro	M	Au	B	CU	CA1	CA2	Total
TC Cantona	283	6,900	959	785	1,243	632	10,803
Esperanza MEX-150D	60	7,713	650	1,785	2,889	1,845	14,943
Total	344	14,614	1,610	2,570	4,131	2,477	25,745
% captación	82.4%	47.2%	59.6%	30.5%	30.1%	25.5%	42.0%
Caseta de cobro	M	Au	B	CU	CA1	CA2	Total
TC Cantona	283	6,900	959	785	1,243	632	10,803
Fortín	275	12,953	1,144	2,495	3,662	2,083	22,611
Total	558	19,854	2,104	3,279	4,904	2,715	33,414
% captación	50.8%	34.8%	45.6%	23.9%	25.3%	23.3%	32.3%

Fuente: Cal y Mayor, 2024 con información de DV SICT 2022

7.2 CAPTACIÓN CONCESIÓN GANA VS COMPETENCIA DIRECTA LOCAL

Para entender cómo se distribuye el flujo vehicular de los usuarios que utilizan la concesión de GANA en la región de estudio se verifican estaciones de datos viales específicas a estas vías de competencia directa de acuerdo con lo que se observa en el mapa de la Figura 7-3.

Figura 7-3. Tránsitos vehiculares en la concesión GANA y vías de competencia



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con información de DV SICT 2022

En la concesión GANA, se observa un volumen de 11,248 en la caseta Amozoc II de la Autopista Amozoc – Perote, en la caseta de Cuapiaxtla se reduce a 6,530 y aumenta nuevamente a 10,901 en Cantoná, esta variación se debe a la conexión que tiene la autopista Amozoc – Perote con poblaciones Ixtenco, San José Chiapa, Huamantla o Cuapiaxtla que reducen el volumen en los primeros kilómetros; sin embargo, es de notar como después de la conexión de la carretera proveniente de Huamantla la MEX–136 el volumen se incrementa nuevamente, haciendo que esta última sea una ruta alimentadora del corredor. Adicionalmente, la ciudad de Xalapa es un punto atractores y productores de viajes del corredor pues posterior a esta el volumen del corredor aumenta a 21,453 vehículos. Se evidencia un crecimiento de todo el corredor en los últimos años presentando tasa de crecimiento media anual entre 2.4% y 4.1%.

En cuanto a las vías de competencia, en la carretera MEX–140 se observa un volumen muy similar a la concesión teniendo 11,767 en la estación San Salvador El Seco reduciéndose a 8,611 vehículos en Zacatepec; volumen que se mantiene hasta San Antonio Limón para incrementarse a 11,658 luego de pasar la población de Perote. Por otro lado, en la carretera MEX–129 se observa un volumen similar a las otras vías de la zona con 8,839 vehículos, esta vía se conecta con la MEX–136 a la altura de Zacatepec sin embargo por la dinámica existente en la carretera MEX–136 no se evidencia que sean vías alimentadoras una de la otra por lo cual se el tráfico que circula por esta infraestructura es aquel que viaja entre distintas poblaciones que conecta. Adicionalmente, se muestra que la vía de

competencia MEX-136 históricamente está teniendo un crecimiento promedio bajo, entre 1.2% y 3.5%, e incluso en algunos tramos es la tasa de crecimiento media anual es negativa.

Para realizar la estimación de GANA se realizan tres comparativas, dos de ellas involucrando a la autopista y otra para el libramiento de Perote.

Como se observa en la Tabla 7-2, la autopista está captando de un 30% a un 32% del mercado, en tanto que el libramiento de Perote capta apenas el 19%, destacándose la captación de camiones articulados donde se observan captaciones superiores al 63% esto se debe principalmente a la restricción de paso de estos vehículos por la zona urbana de Perote.

Tabla 7-2. Estimación de captación GANA vs Competencia directa

Punto por comparar	M	Au	B	CU	CA1	CA2	Total
Caseta Amozoc	67	8,537	574	866	877	247	11,169
Amozoc-Teziutlán MEX-129	409	10,951	341	1,323	559	55	13,637
Salvador – El Seco MEX-140	388	8,990	494	847	918	94	11,732
Total	865	28,478	1,409	3,036	2,354	396	36,538
% captación	7.8%	30.0%	40.7%	28.5%	37.3%	62.5%	30.6%
Punto por comparar	M	Au	B	CU	CA1	CA2	Total
Caseta Cuapiaxtla	39	5,152	209	490	411	170	6,471
Reyes-Zacatepec MEX-129	121	3,981	166	498	221	35	5,021
Zacatepec MEX-140	215	5,593	336	878	1,317	198	8,538
Total	375	14,726	711	1,866	1,950	403	20,030
% captación	10.4%	35.0%	29.4%	26.3%	21.1%	42.1%	32.3%
Punto por comparar	M	Au	B	CU	CA1	CA2	Total
Lib. Perote MEX – 140D	64	920	92	309	486	125	1,996
Teziutlán-Perote MEX-131	411	6,763	257	736	283	68	8,518
Total	475	7,683	349	1,045	768	193	10,514
% captación	13.5%	12.0%	26.4%	29.6%	63.2%	64.5%	19.0%

Fuente: Cal y Mayor, 2024 con información de DV SICT 2022

8 POSIBLES AFECTACIONES POR PROYECTOS FUTUROS

8.1 PUERTO DE VERACRUZ

Este proyecto consiste en ampliar la capacidad del actual puerto construyendo un recinto portuario en la Bahía de Vergara, por lo cual involucra la construcción de dos rompeolas con una longitud conjunta de protección de 7.740 metros, una dársena principal de 800 metros de diámetro, 9 tipos de terminales de muelles y 30 posiciones de atraque para embarcaciones, las cuales se sumarán al espacio que se tiene para lograr una superficie de 910 hectáreas.

De acuerdo con la información de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, y la Administración Portuaria Integral de Veracruz, la ampliación portuaria consta de dos etapas:

La primera etapa inició en 2013 y concluyó en noviembre de 2018 e incluyó:

La construcción del rompeolas poniente, terminado al 100%, y que alcanza 4 km 245 metros, para convertirse en el más largo de Latinoamérica al superar las escolleras de San Antonio, Chile, y Puerto Colón, Panamá.

Se concluyó el dragado y la construcción del canal de navegación interno de 2.8 kilómetros con dos dársenas de ciaboga de 600 y 550 metros de diámetro para las maniobras de los buques mercantes de la última generación.

Las cinco terminales cuya infraestructura básica por parte del gobierno federal están terminadas al cien por ciento son: Especializada de contenedores, Fluidos, Granel agrícola, Granel mineral y Semi especializada en carga en general.

La segunda fase de la primera etapa consistirá en la construcción de una Terminal Especializada de Contenedores II y Patios de la Administración Portuaria Integral de Veracruz. Se ubicará en la parte poniente del actual rompeolas. La obra iniciará en 2019 y su conclusión se prevé para el 2024. Contará con nuevas terminales para el movimiento de autos, gráneles, carga general suelta y en contenedores principalmente.

La segunda etapa contempla dos obras de ampliación que permitirán consolidar el proyecto:

- Construcción del rompeolas oriente.
- Construcción de las restantes posiciones de atraque para completar las 35 previstas en total, que tendrán nuevas terminales para el movimiento de autos, gráneles, carga general suelta y en contenedores, principalmente.

El hinterland del puerto de acuerdo con el Plan maestro del puerto está conformado por los Estados de Veracruz, Puebla, Estado de México y el Distrito Federal, los cuales representan el origen y destino del 83% de la carga total que maneja el puerto. La carga de manipula el puerto de Veracruz se divide en carga contenerizada, carga general, granel agrícola, granel mineral, vehículos y fluidos petroleros.

Debido a su zona de influencia y las proyecciones del plan de desarrollo del puerto de Veracruz, se esperaría que el desarrollo de la segunda etapa y la consolidación de la primera tenga un impacto positivo en la autopista Amozoc Perote en especial en los camiones unitarios y articulados, en el mediano y largo plazo.

8.2 AUTOPISTA CUAPIAXTLA – CUACNOPALAN

La autopista Cuapiaxtla – Cuacnopalan es un proyecto que busca fortalecer el eje carretero Puebla – Ciudad Hidalgo, Chiapas al dar conectividad a la región centro del país con la región centro de Oaxaca tal como se muestra en la Figura 8-1. Cuapiaxtla – Cuacnopalan tendrá su origen en el entronque Cuapiaxtla II, ubicado en el km 39+340 de la autopista Amozoc – Perote y terminará en el km 203+500 de la Autopista Puebla – Orizaba.

Figura 8-1. Características de la autopista Cuapiaxtla – Cuacnopalan



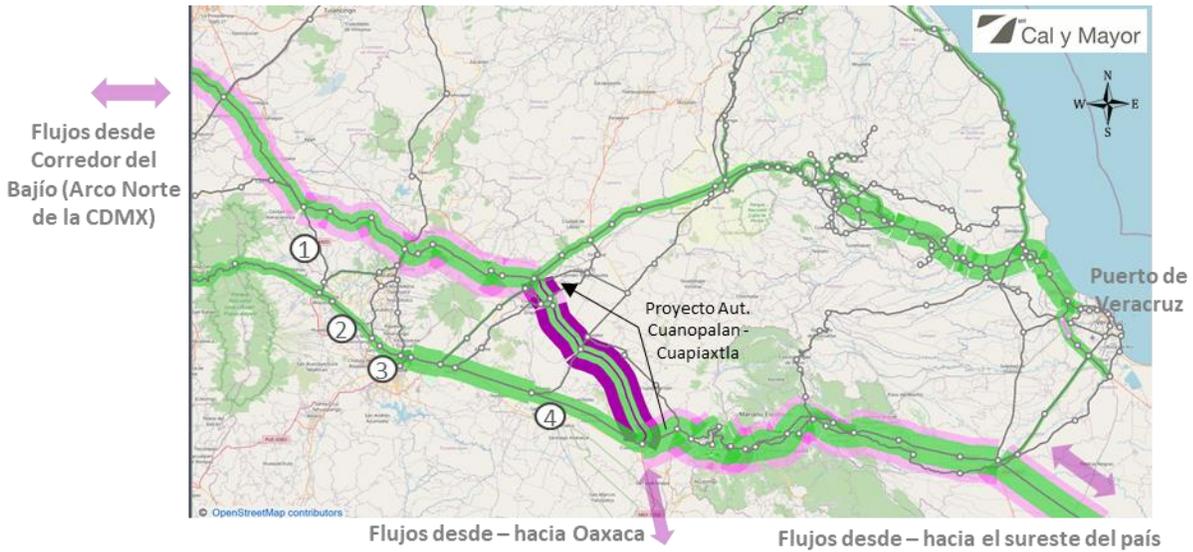
Fuente: Cal y Mayor, 2024 con información de www.proyectosmexico.gob.mx

Se identifica en la Figura 8-2, que la autopista Cuapiaxtla – Cuacnopalan atenderá una demanda diferente a la autopista Amozoc – Perote, correspondiendo a los viajes provenientes de la Zona Metropolitana del Valle de México y desde el corredor del Bajío por el Arco Norte de la CDMX hacia destinos como Oaxaca, Coahuila y Sureste del país.

Se estima que la nueva autopista Cuapiaxtla – Cuacnopalan tendrá un impacto marginal en los activos de GANA. Las vías que se estiman tendrán una disminución del volumen más representativa serán:

- Arco Norte de la CDMX, tramo Sanctorum – San Martín Texmelucan.
- Autopista México – Puebla, tramo San Martín Texmelucan – Puebla.
- Libramiento Elevado de Puebla (LEP).
- Autopista Puebla – Acatzingo.

Figura 8-2. Principales flujos de demanda que atenderá la autopista Cuapiaxtla - Cuacnopalan



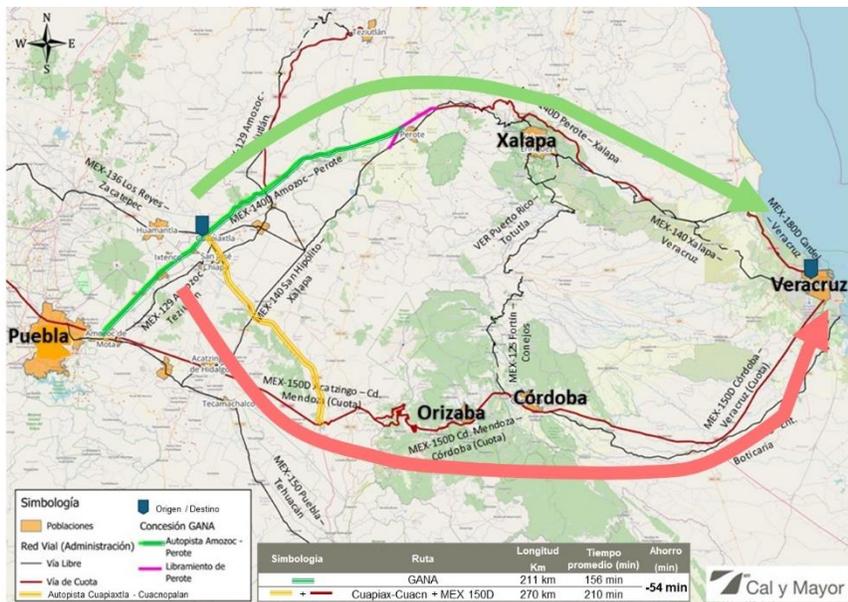
Vías con impacto por la autopista C.C.:

1. Arco Norte de la CDMX, tramo Sanctórum-San Martín Texmelucán.
2. Aut. México – Puebla, Tramo San Martín Texmelucan-Puebla.
3. Libramiento Elevado de Puebla (LEP).
4. Aut. Puebla - Acatzingo

Fuente: Cal y Mayor, 2024

Adicionalmente, al realizar un análisis de ventajas competitivas de la autopista Cuapiaxtla – Cuacnopalan versus la ruta por el corredor Xalapa – Veracruz, se identifica un incremento de 59 km y un tiempo de 54 min respecto al corredor del altiplano; dado que esta última ruta representa una menor distancia y tiempo de recorrido. Por lo que la demanda que actualmente circula por este corredor se considera que no percibirá mejoras para cambiar su elección de ruta.

Figura 8-3. Ventaja competitiva GANA vs Cuapiaxtla - Cuacnopalan



Fuente: Cal y Mayor, 2024

9 SERIE DE PRONÓSTICO

En esta sección se presenta la metodología y supuestos para la proyección de la autopista Amozoc – Perote y Libramiento de Perote.

9.1 METODOLOGÍA DE PRONÓSTICOS DE AFOROS

Con el objetivo de realizar el pronóstico de aforos de la autopista Amozoc – Perote y Libramiento de Perote, se calibraron modelos econométricos por tipo de vehículo, considerando la información histórica del tránsito de la autopista y de las vías de influencia del proyecto, definiendo estas series como la variable dependiente, y la información histórica de variables socioeconómicas de la zona de influencia del proyecto, definiéndose como las variables explicativas del comportamiento del tránsito.

La metodología para la elaboración de los modelos se basa en la calibración de modelos de panel de datos. Este tipo de modelos se emplean cuando se desea realizar un pronóstico de aforos explicados por variables socioeconómicas, considerando cifras históricas de un conjunto de tramos o estaciones de control. Dichos modelos se basan en el análisis de regresión lineal, a partir de la estimación de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).

El análisis consiste en conformar un panel de datos, empleando la información de distintos puntos de información, agrupados a un mismo intervalo de tiempo, pero recolectada en distintos puntos geográficos (i.e. distintos tramos/casetas).

Se elaboró una base de datos del TPDA por tipo de vehículo, la cual fue insumo del análisis de regresión, en donde se relacionó el comportamiento del aforo con las distintas variables socioeconómicas. Las variables socioeconómicas son concentradas en una base de datos y, para las cuales se cuenta con pronósticos a futuro, dando como resultado una serie de proyecciones de aforos para los distintos tramos o estaciones de la red de influencia del proyecto por tipo de vehículo.

En este contexto se tiene como objetivo realizar la proyección de demanda (tránsito promedio diario anual, TPDA) por tipología de vehículos visualizando un horizonte a 30 años correspondiente al escenario económico base, optimista y pesimista. Posterior a este plazo se considera un crecimiento vegetativo por la incertidumbre en el pronóstico de las variables explicativas.

Las variables socioeconómicas que se pueden utilizar en la estimación de los modelos econométricos y sus escenarios tienen como fuente diversas publicaciones de instituciones como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Algunas de las variables a considerar son:

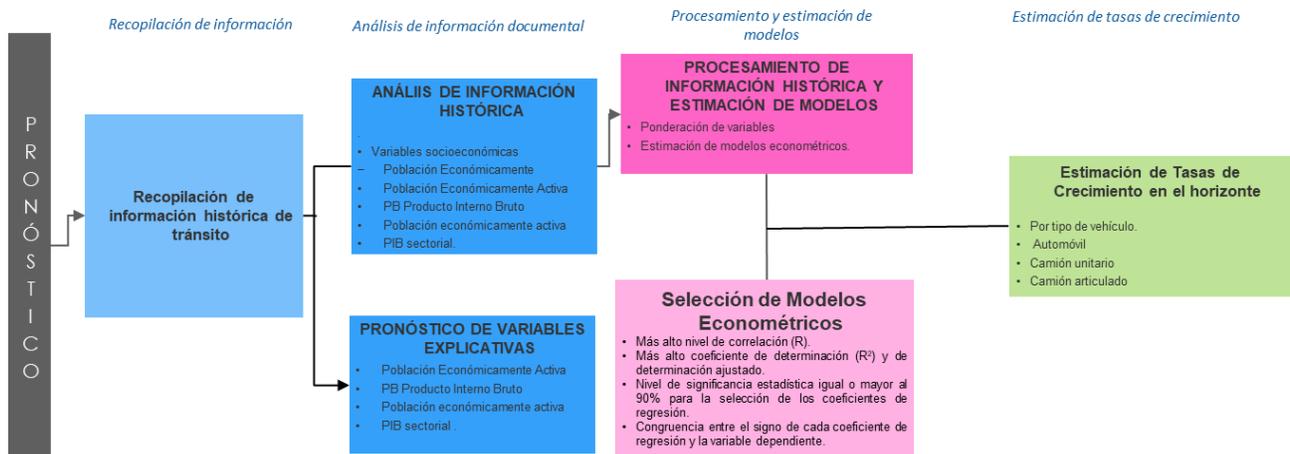
- Producto Interno Bruto (PIB) total.
- Producto Interno Bruto (PIB) por actividades económicas.
- Parque vehicular de automóviles.
- Personal ocupado.
- Población económicamente activa.

Una vez estimados los modelos econométricos que relacionan el comportamiento del tránsito con las variables socioeconómicas resultantes y su pronóstico, se procederá a estimar las tendencias de crecimiento del aforo por tipo de vehículo; a partir del cálculo de las tasas de crecimiento para cada año, se obtendrá el pronóstico para el horizonte en términos de viajes realizados.

Las series proyectadas comprenden un horizonte de análisis y están basadas en la información histórica publicada y tienen como base de su proyección las perspectivas de crecimiento de reconocidas instituciones nacionales e internacionales. Para realizar el escenario de pronóstico del tránsito Grupo Cal y Mayor utiliza las últimas perspectivas económicas disponibles.

En la siguiente figura se muestra el esquema metodológico del pronóstico de demanda que se desarrolló para el presente estudio.

Figura 9-1. Esquema metodológico de pronósticos



Fuente: Cal y Mayor, 2024

9.2 INSUMOS UTILIZADOS PARA LOS PRONÓSTICOS

Para el pronóstico de aforos de la autopista Amozoc – Perote y Libramiento de Perote, se utilizó la metodología descrita, considerando las particularidades del proyecto, como es el tránsito histórico de la red de influencia. A continuación, se presenta el aforo histórico de las estaciones, así como las series del PIB utilizadas, mismos que fueron considerados para la elaboración de los modelos econométricos.

Tabla 9-1. Estaciones de datos viales SICT e información del concesionario – Automóviles

Año	San Hipólito – Xalapa MX -140			Autopista Amozoc - Perote			
	San Antonio Limón	San Salvador El Seco	Zacatepec	Tramo I	Tramo II	Tramo III	Auxiliar Cuapiaxtla
2009	5,090	5,527	7,065	6,535	4,341	2,953	1,929
2010	6,016	5,582	7,325	6,623	4,543	3,092	1,977
2011	5,129	5,547	4,911	6,881	4,747	3,252	2,123
2012	4,277	5,641	4,608	6,644	4,718	3,380	2,263
2013	4,207	5,811	4,676	6,578	4,619	3,466	2,378
2014	4,665	5,989	4,665	7,062	4,846	3,721	2,531
2015	4,225	6,193	4,366	8,210	4,800	4,112	3,204
2016	4,336	6,010	4,462	8,695	4,720	4,185	3,541
2017	4,202	6,094	4,449	8,540	4,773	4,156	3,488
2018	4,405	6,018	4,536	8,613	4,988	4,309	3,616
2019	6,040	6,148	4,839	8,890	5,042	4,147	3,352
2020	5,804	6,805	3,465	7,164	4,032	3,227	2,906
2021	5,482	6,689	5,652	7,832	4,612	3,955	3,688
2022	6,248	8,990	4,559	8,411	5,016	4,351	3,880
2023	--	--	--	8,398	5,028	4,525	4,072

Año	San Hipólito – Xalapa MX -140			Autopista Amozoc - Perote			
	San Antonio Limón	San Salvador El Seco	Zacatepec	Tramo I	Tramo II	Tramo III	Auxiliar Cuapiaxtla
TMCA 09-19	1.7%	1.1%	-3.2%	3.1%	1.5%	3.5%	5.7%
TMCA 09-22	1.6%	3.8%	-1.5%	--	--	--	--
TMCA 09-23	--	--	--	1.8%	1.1%	3.1%	5.5%

Fuente: Cal y Mayor, 2024 con información de SICT y GANA

Tabla 9-2. Estaciones de datos viales SICT e información del concesionario – Camiones Unitarios

Año	San Hipólito – Xalapa MX -140			Autopista Amozoc - Perote			
	San Antonio Limón	San Salvador El Seco	Zacatepec	Tramo I	Tramo II	Tramo III	Auxiliar Capiaxtla
2009	1,115	618	781	471	226	270	218
2010	1,048	980	1,321	517	273	303	241
2011	710	737	608	540	284	331	280
2012	1,398	930	768	536	300	348	286
2013	1,301	982	976	535	297	336	287
2014	1,251	1,155	1,098	560	310	330	289
2015	1,317	1,015	1,156	582	300	350	329
2016	1,138	1,239	1,034	598	302	398	381
2017	1,103	1,257	1,030	651	328	416	390
2018	964	1,007	938	775	401	497	446
2019	554	1,242	1,040	907	492	582	467
2020	519	1,139	744	878	498	601	484
2021	760	1,655	965	871	511	650	545
2022	674	847	772	913	519	685	565
2023	--	--	--	984	560	771	617
TMCA 09-19	-6.8%	7.2%	2.9%	6.8%	8.1%	8.0%	7.9%
TMCA 09-22	-3.8%	2.5%	-0.1%	--	--	--	--
TMCA 09-23	--	--	--	5.4%	6.7%	7.8%	7.7%

Fuente: Cal y Mayor, 2024 con información de SICT y GANA

Tabla 9-3. Estaciones de datos viales SICT e información del concesionario – Camiones Articulados

Año	San Hipólito – Xalapa MX -140			Autopista Amozoc - Perote			
	San Antonio Limón	San Salvador El Seco	Zacatepec	Tramo I	Tramo II	Tramo III	Auxiliar Capiaxtla
2009	1,494	1,018	1,243	259	74	160	98
2010	1,290	956	1,321	343	129	237	133
2011	1,196	919	1,158	389	138	268	165
2012	1,687	857	1,287	457	184	309	159
2013	1,589	866	1,143	477	195	311	153
2014	1,450	640	1,135	562	312	438	166
2015	1,604	654	1,628	491	281	499	262
2016	1,397	705	1,405	478	226	548	365
2017	1,354	714	1,401	740	266	695	478
2018	1,217	693	1,206	1,047	434	987	614
2019	635	729	875	1,340	621	1,356	770
2020	590	463	661	1,171	634	1,404	827
2021	987	708	163	1,157	634	1,625	1,044
2022	964	1,012	913	1,151	611	1,712	1,165
2023	--	--	--	1,298	733	1,871	1,194
TMCA 09-19	-8.2%	-3.3%	-3.5%	17.9%	23.8%	23.8%	22.9%
TMCA 09-22	-3.3%	0.0%	-2.3%	--	--	--	--
TMCA 09-23	--	--	--	12.2%	17.8%	19.2%	19.6%

Fuente: Cal y Mayor, 2024 con información de SICT y GANA

Para el pronóstico del Libramiento de Perote y el ramal Audi se tiene información de las siguientes estaciones.

Tabla 9-4. Estaciones de datos viales SICT para el Lib. Perote y Ramal Audi por tipo de vehículo

Año	Libramiento de Perote			Ramal Audi		
	Au	CU	CA	Au	CU	CA
2009	851	573	784	--	--	--
2010	771	543	727	--	--	--
2011	690	573	736	--	--	--
2012	722	668	838	--	--	--
2013	672	686	792	--	--	--
2014	641	631	775	--	--	--
2015	658	603	745	434	11	7
2016	686	579	703	1,915	51	72
2017	694	540	725	1,789	72	309
2018	653	504	723	1,687	122	557
2019	617	453	626	1,663	114	470
2020	579	471	631	1,292	105	329
2021	665	509	707	1,180	108	325
2022	700	493	726	1,352	97	317
2023	727	514	740	1,354	100	319
TMCA 09-19	-3.2%	-2.3%	-2.2%	--	--	--
TMCA 20-23	--	--	--	1.6%	-1.6%	-1.0%
TMCA 09-23	-1.5%	-1.2%	-0.6%	--	--	--

Fuente: Cal y Mayor, 2024 con información de GANA

Por otra parte, se recopiló información histórica socioeconómica de los estados que se identificaron como zona de incidencia directa en el proyecto, estos fueron seleccionados desde la perspectiva de la localización de la vía y de la información que Cal y Mayor tiene sobre la zona. Los estados que conforman la zona de influencia son: la Ciudad de México, Estado de México, Puebla, Tlaxcala y Veracruz.

Tabla 9-5. PIB empleado

Año	PIB primario+ secundario	Tasa de Crecimiento PIB total	PIB Total	Tasa de Crecimiento PIB total
2009	1,595,573	-6.30%	5,983,323	5.50%
2010	1,651,580	3.50%	6,309,914	3.80%
2011	1,695,540	2.70%	6,548,989	3.60%
2012	1,771,477	4.50%	6,785,962	0.40%
2013	1,729,064	-2.40%	6,810,339	1.60%
2014	1,717,243	0.70%	6,920,210	2.30%
2015	1,718,893	0.10%	7,078,939	1.50%
2016	1,716,545	-0.10%	7,185,579	2.80%
2017	1,769,315	3.10%	7,385,447	1.80%
2018	1,762,763	-0.40%	7,519,726	-0.50%

Año	PIB primario+ secundario	Tasa de Crecimiento PIB total	PIB Total	Tasa de Crecimiento PIB total
2019	1,714,507	-2.70%	7,481,970	-9.40%
2020	1,524,504	-11.10%	6,777,562	5.20%
2021	1,631,005	7.00%	7,130,025	2.70%
2022	1,692,846	3.80%	7,325,833	5.50%
Promedio 2009 - 2019	0.7%		2.3%	

Fuente: Cal y Mayor, 2024 con información de INEGI, 2023.

Los datos fueron recabados a través de diversas publicaciones del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). La variable considerada fue:

- Producto Interno Bruto (PIB) total y esta misma desagregada por sectores de actividad: primario, secundario y terciario.

9.3 MODELOS ECONOMÉTRICOS

Una vez conformadas las bases de datos con la información de los aforos históricos y las variables socioeconómicas se procedió a calibrar los modelos econométricos para el pronóstico del tránsito, mediante un proceso iterativo de análisis de regresión, permitiendo identificar el modelo que mejor explica el comportamiento de los viajes por tipo de vehículo.

Los modelos econométricos obtenidos son una función de las variables seleccionadas estadística y contextualmente. Los criterios estadísticos más relevantes utilizados para la selección de los modelos son los siguientes:

- Más alto coeficiente de determinación, el cual indica el porcentaje de la variación de la variable dependiente que es explicado por la variable independiente; en todos los modelos se obtuvo un coeficiente superior a 70%.
- Nivel de significancia estadística mayor al 90% de confianza para la selección de los coeficientes de regresión “ β_i ” (“valor p” inferior a 10%), el cual se ha cumplido en todos los modelos.
- Congruencia entre el signo de cada coeficiente regresor “ β_i ” y la variable dependiente, es decir los valores “ β_i ” son aceptados siempre que sean superiores a cero, lo cual también se ha cumplido en todos los casos.

En la siguiente tabla se presentan los resultados de los modelos seleccionados por tipo de vehículo. En cada caso se indica: el coeficiente de determinación y de determinación ajustado, el coeficiente regresor “ β_i ” por tipo de vehículo, así como el valor asociado a su significancia estadística (valor p).

Tabla 9-6. Modelos econométricos para el pronóstico de aforos – Autopista Amozoc – Perote por tipo de vehículo

Tipo de vehículo	Especificación	Estación de Aforo	R ²	R ² ajustada	Coef.	Sign.
					Regresor (b)	(valor p)
Automóvil	Log-log	AU_1	99.21%	99.11%	1.329975	0.00%
		AU_2			1.299554	0.00%
		AU_3			1.285223	0.00%
		DUMMY_1			0.074843	0.00%
		DUMMY_2			0.027034	0.00%
		Constante			-15.49323	0.00%
Camiones Unitarios	Log-log	CU_1	99.84%	99.83%	1.200742	0.05%
		CU_2			1.215395	0.05%
		CU_3			1.19853	0.05%
		CU_4			1.366176	0.01%
		CU_5			1.324401	0.02%
		CU_6			1.166666	0.08%
		CU_7			1.29421	0.02%
		DUMMY_1			-0.141566	0.02%
		Constante			-10.37231	3.19%
Camiones Articulados	Log-log	CA_1	97.57%	97.28%	1.21085	0.00%
		CA_2			1.172852	0.10%
		CA_3			1.199169	0.40%
		CA_4			1.524269	0.00%
		CA_5			1.488492	0.00%
		CA_6			1.3872	0.00%
		Constante			-13.94845	0.8%

Fuente: Cal y Mayor, 2024.

Los modelos econométricos obtenidos para Libramiento Perote y Ramal Audi son:

Tabla 9-7. Modelos econométricos para el pronóstico de aforos – Lib. Perote y Ramal Audi por tipo de vehículo

Tramo	Especificación	Variable explicativa	Tipo de vehículo	R ²	R ² ajustada	Coef.	Sign.
						Regresor (b)	(valor p)
Libramiento de Perote	Log-Log	PIB 3°	Auto	94.34%	93.61%	0.469092	0.00%
			CU			0.440603	0.00%
		PIB Total	CA			0.427532	0.00%
			DUMMY_1			-0.046866	0.00%

Ramal Audi	Log-Log	PIB 3°	Auto	98.40%	98.06%	0.567983	0.00%
		PIB Total	CU			0.35267	0.00%
			CA			0.445189	0.00%
			DUMMY_1			-0.319971	0.04%

Fuente: Cal y Mayor, 2024.

Con base en la especificación de los modelos econométricos descritos, el ajuste más apropiado se obtuvo empleando la variable del PIB terciario para el tránsito de automóviles; en el caso de los camiones unitarios con el PIB primario+ secundario y camiones articulados, se obtuvo con el PIB total.

Los modelos seleccionados tienen una especificación logarítmica por lo que puede los coeficientes estimados son elasticidades constantes respecto a la variable explicativa (PIB regional).

En el caso de automóviles se incorporaron dos variables que dummy_1, la primera controla la caída y las tasas extraordinarias de recuperación mostradas en los años de recuperación.

En el caso de autos, debido a los crecimientos implementados de la tarifa se incorporó una variable que recoge el impacto de estos incrementos (dummy_2).

Para el caso de los CU solo se incorporó la dummy _1 de control de la pandemia, mientras que, para los CA por un menor impacto del cierre al COVID, la variable no fue significativa.

Cabe mencionar que en los vehículos pesados no fueron significativas la variable dummy_2 de control de tarifa.

9.4 PRONÓSTICO DE LAS VARIABLES SOCIOECONÓMICAS

Las expectativas de crecimiento del PIB son elaboradas por la empresa Sistema de Información Regional de México (SIREM) la cual realiza una revisión del PIB de Estados Unidos debido a la influencia que ejerce en el crecimiento de México, para lo cual se consideran como insumos las proyecciones de la Congressional Budget Office de junio de 2023 que reporta el PIB real hasta 2053 y a partir de 2054 SIREM extiende el PIB real de 2053 tomando en consideración proyecciones publicadas en otras publicaciones de la CBO.

SIREM estima que la economía mexicana habrá de crecer a tasas mayores a las esperadas para los Estados Unidos durante el periodo 2029-2054, pero con vaivenes, además SIREM espera que el efecto del “near-shoring” se reflejará en el largo plazo. En el escenario base de SIREM se espera que la economía nacional crezca a un ritmo promedio anual de 2.51 por ciento durante este periodo (a precios de 2018), comparado con una tasa promedio anual de 1.61% para la economía de los Estados Unidos. Estas estimaciones se derivan de un modelo estocástico con base en la elasticidad de crecimiento del VAB de México calculado para el periodo 2003-2021 con respecto al PIB de los Estados Unidos para el mismo periodo. En esta entrega de enero de 2024 la elasticidad es 1.56599 mientras que en la entrega de mayo de 2023 fue de 1.421553854, debido a revisiones en las cifras históricas publicadas tanto por BEA en Estados Unidos, como por INEGI en México y de la decisión de SIREM de abarcar un periodo histórico más largo.

Cabe mencionar que las estimaciones del crecimiento a escala estatal en el periodo 2023 a 2028 se basan en un modelo que toma en cuenta la evolución y tendencias en las cifras históricas recientes, debido a esto, en algunos casos disminuyen o aumentaron las proyecciones económicas

correspondientes para ese periodo. A partir de 2029, las proyecciones estatales se basan en elasticidades con respecto al crecimiento anual nacional.

Para el cálculo del escenario optimista y pesimista para cada entidad SIREM empleó la desviación estándar de las tasas de crecimiento estatales correspondientes durante el periodo histórico, omitiendo las tasas extremas (máxima y mínima). El escenario optimista considera la desviación estándar estatal multiplicada por un factor de +0.3 sumando el resultado a la tasa correspondiente del escenario base, mientras que el pesimista utiliza un factor de -0.3 restando el resultado del escenario base.

9.4.1 Resumen de pronósticos de las variables explicativas del tránsito

En la siguiente tabla se presentan los pronósticos de las variables seleccionadas en los modelos econométricos calibrados para el pronóstico del tránsito. La información comprende el periodo 2024-2054 y se indica para cada caso la tasa media de crecimiento anual correspondiente.

Tabla 9-8. Pronóstico de las variables socioeconómicas empleadas en los modelos – Escenario Base (millones de pesos, 2018)

Años	VAB Total					Sector Primario				
	CDMX	México	Puebla	Tlaxcala	Veracruz	CDMX	México	Puebla	Tlaxcala	Veracruz
2024	3,585,483	2,169,880	834,520	139,855	1,022,833	1,474	29,637	33,916	4,442	66,195
2025	3,687,501	2,228,302	863,235	142,690	1,035,086	1,498	30,155	34,737	4,494	66,383
2026	3,812,072	2,289,284	887,898	145,035	1,046,738	1,545	30,942	35,651	4,563	67,005
2027	3,930,757	2,352,783	914,925	147,441	1,061,280	1,579	31,571	36,458	4,609	67,416
2028	4,070,035	2,428,843	945,272	150,040	1,075,803	1,633	32,581	37,638	4,691	68,263
2029	4,186,417	2,511,683	979,581	154,188	1,100,643	1,702	34,143	39,428	4,881	70,831
2030	4,293,838	2,599,099	1,010,709	158,185	1,122,862	1,730	35,068	40,314	4,973	71,874
2031	4,394,581	2,683,706	1,040,220	161,574	1,143,693	1,785	36,569	41,837	5,134	73,969
2032	4,502,057	2,764,268	1,070,686	165,129	1,163,480	1,831	37,729	43,042	5,252	75,428
2033	4,613,531	2,835,417	1,102,309	168,388	1,185,396	1,896	39,105	44,649	5,408	77,695
2034	4,727,767	2,909,684	1,133,790	171,723	1,207,682	1,953	40,369	46,124	5,548	79,646
2035	4,847,904	2,983,801	1,167,515	174,886	1,230,437	2,018	41,661	47,753	5,686	81,715
2036	4,969,268	3,066,566	1,201,266	177,981	1,251,007	2,089	43,227	49,404	5,832	83,950
2037	5,083,904	3,153,314	1,234,275	181,343	1,269,375	2,125	44,282	50,424	5,918	84,979
2038	5,194,714	3,239,118	1,268,458	184,724	1,288,936	2,181	45,660	51,917	6,052	86,623
2039	5,304,123	3,323,403	1,303,943	188,268	1,310,244	2,245	47,088	53,551	6,197	88,504
2040	5,415,482	3,405,843	1,343,647	191,738	1,334,175	2,308	48,549	55,344	6,345	90,772
2041	5,527,399	3,492,683	1,381,255	195,494	1,360,016	2,368	50,000	57,028	6,496	93,007
2042	5,642,805	3,582,992	1,417,329	198,696	1,384,962	2,407	51,143	58,210	6,581	94,594
2043	5,766,866	3,676,939	1,451,569	201,678	1,406,980	2,466	52,754	59,848	6,715	96,572
2044	5,891,345	3,771,953	1,487,232	204,494	1,424,627	2,500	53,858	60,955	6,775	97,314
2045	6,018,042	3,861,675	1,523,537	208,209	1,443,134	2,573	55,620	62,871	6,956	99,448
2046	6,135,449	3,959,439	1,559,858	212,092	1,461,901	2,630	57,262	64,447	7,111	101,164
2047	6,259,404	4,066,061	1,593,891	216,082	1,485,224	2,685	58,860	65,854	7,252	102,905
2048	6,384,084	4,176,317	1,631,633	219,911	1,511,006	2,743	60,588	67,376	7,389	104,992
2049	6,518,585	4,279,146	1,670,625	224,036	1,540,048	2,790	61,849	68,667	7,501	106,772
2050	6,655,784	4,373,029	1,710,783	227,988	1,570,046	2,847	63,202	70,252	7,630	108,888
2051	6,798,406	4,470,855	1,746,620	232,687	1,595,168	2,937	65,186	72,130	7,847	111,692
2052	6,933,160	4,573,393	1,783,004	237,174	1,618,726	3,010	67,023	73,912	8,036	113,958
2053	7,067,119	4,683,704	1,820,955	241,576	1,639,774	3,063	68,524	75,340	8,176	115,266
2054	7,209,171	4,795,217	1,868,153	244,940	1,663,054	3,126	70,342	77,224	8,303	117,363

Fuente: Cal y Mayor, 2024. Con información de SIREM.

Tabla 9-9. Pronóstico de las variables socioeconómicas empleadas en los modelos – Escenario Base (millones de pesos, 2018)

Años	Sector Secundario					Sector Terciario				
	CDMX	México	Puebla	Tlaxcala	Veracruz	CDMX	México	Puebla	Tlaxcala	Veracruz
2024	336,656	632,891	304,205	50,551	305,525	3,247,353	1,507,352	496,398	84,862	651,113
2025	344,185	646,774	314,050	51,409	307,903	3,341,817	1,551,372	514,448	86,787	660,799
2026	354,774	662,326	322,790	52,158	310,671	3,455,753	1,596,016	529,457	88,313	669,063
2027	364,319	677,856	331,946	52,872	314,258	3,564,859	1,643,357	546,521	89,959	679,606
2028	376,336	697,463	342,352	53,682	317,890	3,692,066	1,698,799	565,281	91,667	689,650
2029	388,748	724,651	356,990	55,473	325,202	3,795,966	1,752,888	583,163	93,833	704,610
2030	397,718	750,011	369,555	56,990	330,662	3,894,390	1,814,020	600,840	96,222	720,326
2031	406,457	774,601	380,884	58,202	335,931	3,986,340	1,872,536	617,499	98,238	733,793
2032	418,281	801,814	394,694	59,750	342,558	4,081,946	1,924,725	632,950	100,127	745,493
2033	429,692	825,433	408,979	61,207	349,044	4,181,944	1,970,879	648,681	101,772	758,657
2034	441,066	849,236	422,125	62,577	355,695	4,284,749	2,020,079	665,541	103,599	772,341
2035	453,414	872,880	435,806	63,890	362,282	4,392,472	2,069,259	683,957	105,310	786,439
2036	465,937	902,111	452,510	65,434	368,793	4,501,242	2,121,227	699,352	106,714	798,264
2037	476,531	931,274	468,168	66,972	374,616	4,605,248	2,177,758	715,684	108,453	809,781
2038	486,733	956,507	482,282	68,241	380,275	4,705,800	2,236,951	734,259	110,431	822,038
2039	500,848	986,077	498,598	69,862	387,901	4,801,031	2,290,238	751,794	112,209	833,840
2040	512,482	1,015,393	517,654	71,499	395,409	4,900,691	2,341,900	770,649	113,895	847,994
2041	523,985	1,044,039	534,526	73,106	402,683	5,001,046	2,398,644	789,701	115,892	864,327
2042	533,616	1,073,188	551,261	74,507	409,495	5,106,782	2,458,660	807,859	117,607	880,873
2043	545,084	1,102,933	565,471	75,751	416,250	5,219,316	2,521,252	826,250	119,212	894,158
2044	555,920	1,134,236	581,300	77,031	422,861	5,332,925	2,583,860	844,977	120,688	904,452
2045	567,458	1,163,228	597,129	78,559	428,225	5,448,012	2,642,827	863,537	122,694	915,460
2046	580,255	1,199,393	615,724	80,430	435,361	5,552,565	2,702,784	879,687	124,551	925,376
2047	592,430	1,231,775	630,062	81,999	442,013	5,664,290	2,775,426	897,975	126,831	940,307
2048	605,320	1,270,027	648,839	83,847	450,563	5,776,020	2,845,703	915,417	128,675	955,450
2049	616,747	1,301,766	665,308	85,500	458,060	5,899,047	2,915,531	936,651	131,035	975,216
2050	632,415	1,335,797	683,705	87,317	468,214	6,020,521	2,974,031	956,826	133,041	992,944
2051	647,333	1,370,081	701,868	89,448	475,562	6,148,136	3,035,589	972,623	135,391	1,007,914
2052	659,581	1,403,003	718,174	91,309	482,139	6,270,569	3,103,367	990,919	137,828	1,022,629
2053	671,633	1,435,381	733,284	92,913	487,927	6,392,423	3,179,800	1,012,332	140,488	1,036,581
2054	685,543	1,476,615	757,788	94,702	495,481	6,520,502	3,248,260	1,033,140	141,935	1,050,210

Fuente: Cal y Mayor, 2024. Con información de SIREM.

Tabla 9-10. Pronóstico de las variables socioeconómicas empleadas en los modelos – Esc. Optimista (millones de pesos, 2018)

Años	VAB Total					Sector Primario				
	CDMX	México	Puebla	Tlaxcala	Veracruz	CDMX	México	Puebla	Tlaxcala	Veracruz
2024	3,616,616	2,195,157	846,231	141,741	1,036,293	1,486	29,973	34,391	4,501	67,095
2025	3,735,706	2,267,351	881,463	145,579	1,055,613	1,516	30,670	35,470	4,584	67,744
2026	3,878,626	2,342,924	913,014	148,963	1,074,531	1,569	31,648	36,658	4,686	68,843
2027	4,016,742	2,421,885	947,401	152,448	1,096,620	1,609	32,474	37,750	4,764	69,735
2028	4,177,045	2,514,623	985,669	156,174	1,118,935	1,671	33,700	39,244	4,881	71,089
2029	4,315,541	2,615,762	1,028,744	161,574	1,152,353	1,750	35,541	41,407	5,116	74,320
2030	4,445,543	2,722,416	1,068,838	166,861	1,183,274	1,787	36,734	42,640	5,250	75,983
2031	4,569,766	2,827,209	1,107,770	171,571	1,213,114	1,852	38,544	44,563	5,458	78,782
2032	4,701,981	2,928,915	1,148,225	176,511	1,242,181	1,908	40,015	46,173	5,624	80,940
2033	4,839,450	3,021,750	1,190,425	181,197	1,273,862	1,985	41,731	48,232	5,832	83,992
2034	4,980,945	3,118,901	1,233,016	186,018	1,306,313	2,054	43,347	50,173	6,025	86,742
2035	5,129,818	3,216,981	1,278,615	190,709	1,339,614	2,132	45,013	52,309	6,219	89,654
2036	5,281,190	3,325,413	1,324,806	195,382	1,370,924	2,217	46,991	54,489	6,423	92,788
2037	5,426,606	3,439,322	1,370,752	200,404	1,400,182	2,265	48,435	56,000	6,563	94,626
2038	5,569,161	3,553,392	1,418,641	205,504	1,431,098	2,335	50,250	58,061	6,759	97,181
2039	5,711,402	3,667,024	1,468,585	210,845	1,464,307	2,414	52,141	60,302	6,970	100,030

Años	VAB Total				
	CDMX	México	Puebla	Tlaxcala	Veracruz
2040	5,856,847	3,779,860	1,523,904	216,168	1,500,814
2041	6,004,096	3,898,790	1,577,563	221,874	1,539,893
2042	6,156,354	4,022,862	1,630,124	227,013	1,578,388
2043	6,319,271	4,152,330	1,681,277	231,963	1,613,967
2044	6,483,938	4,284,386	1,734,752	236,784	1,644,950
2045	6,652,394	4,411,802	1,789,613	242,702	1,677,299
2046	6,811,916	4,549,847	1,845,190	248,881	1,710,292
2047	6,980,029	4,699,590	1,898,777	255,254	1,748,986
2048	7,150,347	4,854,971	1,957,469	261,515	1,791,036
2049	7,332,974	5,003,395	2,018,403	268,202	1,837,387
2050	7,520,146	5,143,015	2,081,477	274,756	1,885,420
2051	7,714,969	5,288,738	2,140,082	282,293	1,928,124
2052	7,902,347	5,441,600	2,200,133	289,659	1,969,421
2053	8,090,382	5,605,336	2,262,884	296,998	2,008,172
2054	8,289,316	5,772,193	2,337,923	303,154	2,050,066

Años	Sector Primario				
	CDMX	México	Puebla	Tlaxcala	Veracruz
2040	2,493	54,084	62,740	7,185	103,347
2041	2,570	56,041	65,088	7,407	106,668
2042	2,623	57,670	66,885	7,557	109,285
2043	2,699	59,846	69,237	7,763	112,384
2044	2,747	61,471	71,000	7,887	114,095
2045	2,840	63,864	73,725	8,153	117,455
2046	2,915	66,147	76,081	8,392	120,364
2047	2,990	68,408	78,273	8,618	123,338
2048	3,067	70,831	80,612	8,840	126,753
2049	3,133	72,742	82,708	9,035	129,837
2050	3,211	74,785	85,192	9,254	133,375
2051	3,326	77,586	88,036	9,580	137,785
2052	3,424	80,247	90,809	9,876	141,603
2053	3,499	82,540	93,188	10,116	144,285
2054	3,586	85,229	96,131	10,342	147,976

Fuente: Cal y Mayor, 2024. Con información de SIREM.

Tabla 9-11. Pronóstico de las variables socioeconómicas empleadas en los modelos – Esc. Optimista (millones de pesos, 2018)

Años	Sector Secundario				
	CDMX	México	Puebla	Tlaxcala	Veracruz
2024	339,181	639,937	308,206	51,201	308,897
2025	348,065	657,602	320,264	52,401	313,022
2026	360,101	677,138	331,342	53,504	317,578
2027	371,163	696,845	342,978	54,581	323,016
2028	384,822	720,945	356,046	55,770	328,557
2029	399,164	753,776	374,246	58,048	338,059
2030	410,057	785,012	390,471	60,064	345,695
2031	420,798	815,783	405,638	61,787	353,213
2032	434,817	849,707	423,680	63,887	362,257
2033	448,525	880,241	442,496	65,921	371,244
2034	462,295	911,329	460,360	67,885	380,505
2035	477,202	942,617	479,076	69,814	389,791
2036	492,418	980,402	501,438	72,029	399,094
2037	505,675	1,018,520	522,939	74,264	407,754
2038	518,681	1,052,807	543,052	76,233	416,308
2039	535,962	1,092,254	565,932	78,620	427,135
2040	550,678	1,131,963	592,316	81,063	437,935
2041	565,432	1,171,431	616,598	83,505	448,637
2042	578,212	1,211,932	641,076	85,743	458,905
2043	593,063	1,253,516	662,897	87,821	469,212
2044	607,319	1,297,377	686,967	89,971	479,411
2045	622,471	1,339,161	711,398	92,446	488,347
2046	639,126	1,389,757	739,493	95,359	499,448
2047	655,269	1,436,548	762,890	97,943	510,074
2048	672,268	1,490,801	792,027	100,905	523,088
2049	687,806	1,538,038	818,852	103,674	534,989
2050	708,200	1,588,426	848,236	106,664	550,172
2051	727,966	1,640,014	877,949	110,103	562,228
2052	744,846	1,690,520	905,763	113,248	573,347
2053	761,694	1,741,012	932,512	116,113	583,699
2054	780,603	1,802,951	971,639	119,257	596,328

Años	Sector Terciario				
	CDMX	México	Puebla	Tlaxcala	Veracruz
2024	3,275,949	1,525,248	503,634	86,039	660,300
2025	3,386,126	1,579,080	525,729	88,594	674,847
2026	3,516,956	1,634,139	545,014	90,774	688,111
2027	3,643,970	1,692,566	566,672	93,102	703,868
2028	3,790,553	1,759,978	590,379	95,523	719,289
2029	3,914,627	1,826,445	613,092	98,410	739,973
2030	4,033,699	1,900,670	635,727	101,547	761,597
2031	4,147,117	1,972,882	657,568	104,326	781,120
2032	4,265,256	2,039,192	678,371	107,000	798,984
2033	4,388,940	2,099,778	699,697	109,445	818,626
2034	4,516,596	2,164,226	722,482	112,109	839,066
2035	4,650,484	2,229,352	747,230	114,676	860,169
2036	4,786,556	2,298,021	768,879	116,929	879,042
2037	4,918,666	2,372,368	791,813	119,577	897,802
2038	5,048,145	2,450,334	817,529	122,512	917,609
2039	5,173,025	2,522,629	842,351	125,256	937,142
2040	5,303,676	2,593,813	868,849	127,920	959,532
2041	5,436,094	2,671,318	895,877	130,962	984,588
2042	5,575,519	2,753,261	922,162	133,714	1,010,198
2043	5,723,509	2,838,968	949,143	136,379	1,032,371
2044	5,873,872	2,925,539	976,784	138,926	1,051,443
2045	6,027,084	3,008,777	1,004,489	142,103	1,071,497
2046	6,169,875	3,093,943	1,029,617	145,129	1,090,480
2047	6,321,771	3,194,634	1,057,614	148,693	1,115,574
2048	6,475,013	3,293,339	1,084,830	151,770	1,141,195
2049	6,642,035	3,392,615	1,116,843	155,493	1,172,561
2050	6,808,735	3,479,804	1,148,049	158,838	1,201,873
2051	6,983,677	3,571,138	1,174,097	162,611	1,228,111
2052	7,154,077	3,670,833	1,203,561	166,536	1,254,471
2053	7,325,190	3,781,784	1,237,184	170,769	1,280,189
2054	7,505,127	3,884,014	1,270,153	173,555	1,305,762

Fuente: Cal y Mayor, 2024. Con información de SIREM.

Tabla 9-12. Pronóstico de las variables socioeconómicas empleadas en los modelos – Esc. Pesimista (millones de pesos, 2018)

Años	VAB Total					Sector Primario				
	CDMX	México	Puebla	Tlaxcala	Veracruz	CDMX	México	Puebla	Tlaxcala	Veracruz
2024	3,554,485	2,144,749	822,890	137,981	1,009,460	1,463	29,303	33,444	4,383	65,301
2025	3,639,712	2,189,703	845,260	139,838	1,014,826	1,481	29,647	34,015	4,405	65,040
2026	3,746,379	2,236,570	863,304	141,185	1,019,488	1,521	30,248	34,665	4,443	65,202
2027	3,846,250	2,285,268	883,346	142,566	1,026,857	1,548	30,689	35,202	4,458	65,156
2028	3,965,319	2,345,516	906,264	144,109	1,034,067	1,595	31,493	36,088	4,507	65,528
2029	4,060,671	2,411,229	932,476	147,097	1,050,967	1,655	32,794	37,532	4,656	67,480
2030	4,146,738	2,480,754	955,398	149,911	1,065,197	1,675	33,469	38,101	4,709	67,954
2031	4,225,446	2,546,773	976,389	152,103	1,077,858	1,720	34,686	39,260	4,827	69,410
2032	4,309,872	2,608,059	997,926	154,416	1,089,327	1,756	35,562	40,103	4,903	70,244
2033	4,397,298	2,659,651	1,020,198	156,412	1,102,583	1,810	36,629	41,307	5,012	71,814
2034	4,486,495	2,713,469	1,041,970	158,446	1,115,954	1,856	37,578	42,372	5,105	73,066
2035	4,580,412	2,766,374	1,065,423	160,287	1,129,558	1,910	38,539	43,559	5,195	74,404
2036	4,674,587	2,826,599	1,088,532	162,033	1,140,926	1,968	39,742	44,752	5,291	75,867
2037	4,761,551	2,889,696	1,110,604	163,989	1,150,079	1,993	40,458	45,357	5,330	76,216
2038	4,844,034	2,951,117	1,133,318	165,931	1,160,132	2,036	41,456	46,370	5,412	77,101
2039	4,924,360	3,010,326	1,156,829	167,986	1,171,567	2,086	42,488	47,495	5,503	78,180
2040	5,005,728	3,067,045	1,183,702	169,938	1,185,155	2,135	43,540	48,751	5,595	79,586
2041	5,086,775	3,126,947	1,208,284	172,109	1,200,205	2,181	44,564	49,887	5,688	80,938
2042	5,170,192	3,189,140	1,231,141	173,760	1,214,230	2,206	45,302	50,572	5,723	81,706
2043	5,260,713	3,253,745	1,251,992	175,188	1,225,468	2,251	46,443	51,634	5,798	82,793
2044	5,350,737	3,318,424	1,273,690	176,438	1,232,684	2,272	47,122	52,222	5,808	82,794
2045	5,441,865	3,377,604	1,295,594	178,440	1,240,468	2,328	48,366	53,493	5,922	83,974
2046	5,523,703	3,442,936	1,317,133	180,554	1,248,332	2,369	49,488	54,457	6,012	84,777
2047	5,610,574	3,515,051	1,336,356	182,723	1,259,920	2,408	50,554	55,257	6,088	85,586
2048	5,697,182	3,589,463	1,358,336	184,716	1,273,369	2,449	51,724	56,150	6,160	86,674
2049	5,791,729	3,656,486	1,380,975	186,923	1,289,365	2,480	52,476	56,832	6,210	87,489
2050	5,887,699	3,714,897	1,404,210	188,950	1,305,889	2,520	53,291	57,738	6,273	88,558
2051	5,987,494	3,775,846	1,423,504	191,554	1,318,101	2,588	54,634	58,884	6,407	90,174
2052	6,079,433	3,839,906	1,442,868	193,944	1,328,803	2,641	55,832	59,926	6,516	91,316
2053	6,169,701	3,909,604	1,463,137	196,230	1,337,213	2,675	56,729	60,659	6,583	91,664
2054	6,266,023	3,979,388	1,490,464	197,628	1,347,285	2,718	57,883	61,761	6,640	92,632

Fuente: Cal y Mayor, 2024. Con información de SIREM.

Tabla 9-13. Pronóstico de las variables socioeconómicas empleadas en los modelos – Esc. Pesimista (millones de pesos, 2018)

Años	Sector Secundario					Sector Terciario				
	CDMX	México	Puebla	Tlaxcala	Veracruz	CDMX	México	Puebla	Tlaxcala	Veracruz
2024	334,143	625,885	300,231	49,905	302,173	3,218,879	1,489,561	489,215	83,693	641,986
2025	340,339	636,069	307,918	50,429	302,849	3,297,892	1,523,987	503,328	85,004	646,937
2026	349,514	647,764	314,407	50,839	303,893	3,395,343	1,558,558	514,232	85,903	650,393
2027	357,588	659,290	321,203	51,207	305,719	3,487,114	1,595,289	526,941	86,901	655,982
2028	368,024	674,635	329,106	51,662	307,555	3,595,700	1,639,388	541,071	87,941	660,984
2029	378,591	696,530	340,444	53,000	312,833	3,680,425	1,681,905	554,501	89,442	670,653
2030	385,734	716,425	349,658	54,058	316,292	3,759,329	1,730,860	567,639	91,144	680,951
2031	392,583	735,332	357,524	54,809	319,515	3,831,144	1,776,756	579,605	92,468	688,932
2032	402,348	756,436	367,561	55,861	323,967	3,905,768	1,816,061	590,262	93,652	695,116
2033	411,621	773,838	377,859	56,811	328,225	3,983,868	1,849,184	601,033	94,588	702,544
2034	420,780	791,162	386,912	57,663	332,578	4,063,859	1,884,728	612,686	95,678	710,310
2035	430,776	808,081	396,280	58,447	336,816	4,147,726	1,919,753	625,584	96,645	718,338
2036	440,842	829,843	408,183	59,420	340,922	4,231,777	1,957,014	635,596	97,321	724,137
2037	449,026	851,269	418,952	60,373	344,334	4,310,532	1,997,969	646,296	98,286	729,530
2038	456,710	868,786	428,128	61,064	347,563	4,385,288	2,040,874	658,820	99,455	735,467
2039	467,988	889,997	439,087	62,058	352,513	4,454,287	2,077,840	670,246	100,424	740,874

Años	Sector Secundario					Sector Terciario				
	CDMX	México	Puebla	Tlaxcala	Veracruz	CDMX	México	Puebla	Tlaxcala	Veracruz
2040	476,889	910,616	452,211	63,041	357,302	4,526,704	2,112,889	682,740	101,301	748,267
2041	485,527	930,305	463,184	63,982	361,773	4,599,068	2,152,078	695,213	102,440	757,493
2042	492,412	950,156	473,835	64,723	365,795	4,675,574	2,193,683	706,734	103,314	766,729
2043	500,936	970,291	482,178	65,321	369,714	4,757,526	2,237,012	718,180	104,068	772,960
2044	508,822	991,494	491,708	65,935	373,496	4,839,643	2,279,809	729,760	104,695	776,394
2045	517,257	1,010,329	501,044	66,744	376,088	4,922,280	2,318,908	741,056	105,774	780,407
2046	526,757	1,035,069	512,514	67,826	380,149	4,994,576	2,358,379	750,162	106,715	783,405
2047	535,568	1,056,207	520,219	68,642	383,764	5,072,598	2,408,290	760,879	107,993	790,570
2048	544,991	1,082,015	531,410	69,666	388,899	5,149,742	2,455,724	770,776	108,889	797,796
2049	552,984	1,101,928	540,442	70,511	393,079	5,236,266	2,502,082	783,701	110,202	808,796
2050	564,696	1,123,562	551,001	71,482	399,436	5,320,484	2,538,044	795,471	111,195	817,894
2051	575,588	1,144,876	561,038	72,675	403,313	5,409,318	2,576,336	803,583	112,472	824,614
2052	584,036	1,164,771	569,398	73,632	406,604	5,492,756	2,619,304	813,543	113,795	830,884
2053	592,187	1,183,885	576,612	74,365	409,137	5,574,840	2,668,989	825,866	115,282	836,413
2054	602,029	1,209,931	591,020	75,226	413,063	5,661,276	2,711,575	837,683	115,762	841,590

Fuente: Cal y Mayor, 2024. Con información de SIREM.

9.5 TASAS DE CRECIMIENTO POR TIPO DE VEHÍCULO

Para llevar a cabo el pronóstico de los escenarios del tránsito por tipo de vehículo se emplearon los modelos econométricos descritos anteriormente y se ha seguido el siguiente procedimiento:

A partir de los coeficientes obtenidos en los modelos econométricos, se despejaron las ecuaciones por tipo de vehículo, quedando expresadas en función de la variable explicativa seleccionada, considerando su especificación.

Una vez estimadas las tendencias de crecimiento del tránsito, se obtuvieron las series correspondientes por tipo de vehículo. A continuación, se muestran los resultados del pronóstico por tipo de vehículo en términos de tasas anuales de crecimiento, correspondiente a los escenarios base, optimista y pesimista.

Tabla 9-14 Tasas de crecimiento del pronóstico – Escenario Base

Años	Base_Autopista					Base_Libramiento					Base_Audi				
	Au	B	CU	CA1	CA2	Au	B	CU	CA1	CA2	Au	B	CU	CA1	CA2
2024	2.5%	9.7%	6.0%	6.4%	11.0%	2.5%	3.0%	2.7%	2.0%	1.0%	1.2%	1.4%	2.0%	1.4%	1.7%
2025	2.9%	9.7%	4.5%	5.3%	6.8%	1.7%	1.5%	1.8%	1.6%	1.3%	2.0%	1.3%	1.6%	1.5%	1.6%
2026	2.7%	9.7%	3.7%	4.7%	5.3%	1.4%	0.8%	1.4%	1.4%	1.4%	2.1%	1.3%	1.3%	1.5%	1.5%
2027	2.9%	3.1%	3.6%	3.7%	5.0%	1.3%	0.4%	1.2%	1.4%	1.4%	1.7%	1.3%	1.2%	1.3%	1.3%
2028	2.9%	3.0%	4.0%	4.7%	4.7%	1.1%	0.2%	1.2%	1.3%	1.3%	1.8%	1.3%	1.2%	1.3%	1.3%
2029	3.2%	2.9%	3.9%	4.6%	4.6%	1.2%	0.1%	1.3%	1.2%	1.2%	1.9%	1.3%	1.2%	1.5%	1.5%
2030	3.1%	2.8%	3.8%	4.3%	4.3%	1.2%	0.1%	1.1%	1.1%	1.1%	1.8%	1.3%	1.3%	1.6%	1.6%
2031	2.9%	2.8%	3.6%	3.9%	3.9%	1.1%	0.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.7%	1.2%	1.1%	1.4%	1.4%
2032	2.7%	2.7%	4.1%	3.9%	3.9%	0.9%	0.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.6%	1.2%	1.0%	1.3%	1.3%
2033	2.6%	2.6%	3.8%	3.7%	3.7%	1.0%	0.0%	1.1%	1.0%	1.0%	1.4%	1.2%	1.0%	1.3%	1.3%
2034	2.6%	2.6%	3.6%	3.7%	3.7%	1.0%	0.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.4%	1.2%	1.0%	1.3%	1.3%
2035	2.6%	2.5%	3.6%	3.8%	3.8%	1.1%	0.0%	1.1%	1.1%	1.1%	1.5%	1.2%	1.0%	1.3%	1.3%
2036	2.6%	2.4%	4.0%	3.8%	3.8%	0.9%	0.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.6%	1.2%	1.0%	1.3%	1.3%
2037	2.6%	2.4%	3.6%	3.6%	3.6%	0.9%	0.0%	0.9%	1.0%	1.0%	1.3%	1.2%	1.0%	1.3%	1.3%
2038	2.5%	2.3%	3.2%	3.5%	3.5%	0.9%	0.0%	0.9%	0.9%	0.9%	1.3%	1.1%	1.0%	1.2%	1.2%
2039	2.4%	2.3%	3.8%	3.4%	3.4%	0.9%	0.0%	1.0%	0.9%	0.9%	1.5%	1.1%	1.0%	1.2%	1.2%
2040	2.3%	2.2%	3.8%	3.4%	3.4%	1.0%	0.0%	1.1%	0.9%	0.9%	1.4%	1.1%	1.0%	1.2%	1.2%
2041	2.3%	2.2%	3.5%	3.4%	3.4%	1.0%	0.0%	1.0%	0.9%	0.9%	1.4%	1.1%	1.1%	1.3%	1.3%
2042	2.3%	2.1%	3.2%	3.4%	3.4%	1.0%	0.0%	1.0%	0.9%	0.9%	1.4%	1.1%	1.0%	1.2%	1.2%
2043	2.3%	2.1%	3.2%	3.4%	3.4%	0.9%	0.0%	0.9%	0.9%	0.9%	1.3%	1.1%	0.9%	1.2%	1.2%
2044	2.3%	2.0%	3.1%	3.3%	3.3%	1.3%	1.1%	0.9%	1.1%	1.1%	1.3%	1.1%	0.9%	1.1%	1.1%
2045	2.3%	2.0%	3.1%	3.2%	3.2%	1.3%	1.1%	0.9%	1.1%	1.1%	1.3%	1.1%	0.9%	1.1%	1.1%
2046	2.2%	2.0%	3.5%	3.2%	3.2%	1.2%	1.0%	0.9%	1.1%	1.1%	1.2%	1.0%	0.9%	1.1%	1.1%
2047	2.2%	1.9%	3.0%	3.3%	3.3%	1.1%	1.0%	0.8%	1.1%	1.1%	1.1%	1.0%	0.8%	1.1%	1.1%
2048	2.2%	1.9%	3.5%	3.3%	3.3%	1.2%	1.0%	0.8%	1.0%	1.0%	1.2%	1.0%	0.8%	1.0%	1.0%
2049	2.3%	1.9%	2.9%	3.3%	3.3%	1.1%	1.0%	0.8%	1.1%	1.1%	1.1%	1.0%	0.8%	1.1%	1.1%
2050	2.3%	1.8%	3.4%	3.2%	3.2%	1.3%	1.0%	0.8%	1.1%	1.1%	1.3%	1.0%	0.8%	1.1%	1.1%
2051	2.2%	1.8%	3.2%	3.2%	3.2%	1.2%	1.0%	0.8%	1.1%	1.1%	1.2%	1.0%	0.8%	1.1%	1.1%
2052	2.2%	1.8%	2.8%	3.1%	3.1%	1.1%	1.0%	0.7%	0.9%	0.9%	1.1%	1.0%	0.7%	0.9%	0.9%
2053	2.1%	1.7%	2.6%	3.1%	3.1%	1.2%	1.0%	0.7%	0.9%	0.9%	1.2%	1.0%	0.7%	0.9%	0.9%
2054	2.1%	1.7%	3.4%	3.2%	3.2%	1.2%	1.0%	0.8%	0.9%	0.9%	1.2%	1.0%	0.8%	0.9%	0.9%
2055	2.1%	1.7%	3.4%	3.2%	3.2%	1.2%	1.0%	0.8%	0.9%	0.9%	1.2%	1.0%	0.8%	0.9%	0.9%
2056	2.1%	1.7%	3.4%	3.2%	3.2%	1.2%	1.0%	0.8%	0.9%	0.9%	1.2%	1.0%	0.8%	0.9%	0.9%
2057	2.1%	1.7%	3.4%	3.2%	3.2%	1.2%	1.0%	0.8%	0.9%	0.9%	1.2%	1.0%	0.8%	0.9%	0.9%
2058	2.1%	1.7%	3.4%	3.2%	3.2%	1.2%	1.0%	0.8%	0.9%	0.9%	1.2%	1.0%	0.8%	0.9%	0.9%
2059	2.1%	1.7%	3.4%	3.2%	3.2%	1.2%	1.0%	0.8%	0.9%	0.9%	1.2%	1.0%	0.8%	0.9%	0.9%
2060	2.1%	1.7%	3.4%	3.2%	3.2%	1.2%	1.0%	0.8%	0.9%	0.9%	1.2%	1.0%	0.8%	0.9%	0.9%
2061	2.1%	1.7%	3.4%	3.2%	3.2%	1.2%	1.0%	0.8%	0.9%	0.9%	1.2%	1.0%	0.8%	0.9%	0.9%
2062	2.1%	1.7%	3.4%	3.2%	3.2%	1.2%	1.0%	0.8%	0.9%	0.9%	1.2%	1.0%	0.8%	0.9%	0.9%
2063	2.1%	1.7%	3.4%	3.2%	3.2%	1.2%	1.0%	0.8%	0.9%	0.9%	1.2%	1.0%	0.8%	0.9%	0.9%
TMCA	2.4%	2.7%	3.5%	3.6%	3.8%	1.1%	0.3%	1.2%	1.1%	1.1%	1.4%	1.1%	1.0%	1.2%	1.2%

Fuente: Cal y Mayor, 2024

Tabla 9-15. Tasas de crecimiento del pronóstico – Escenario Optimista

Años	Optimista_Autopista					Optimista_Libramiento					Optimista_Audi				
	Au	B	CU	CA1	CA2	Au	B	CU	CA1	CA2	Au	B	CU	CA1	CA2
2024	2.7%	9.7%	6.4%	6.8%	12.6%	2.7%	3.0%	2.9%	2.1%	1.5%	1.4%	1.4%	2.1%	1.7%	1.7%
2025	3.1%	9.7%	5.1%	5.9%	7.6%	2.0%	1.5%	2.0%	1.8%	1.8%	2.5%	1.3%	1.8%	1.8%	1.8%
2026	3.3%	9.7%	4.4%	5.5%	6.6%	1.7%	0.8%	1.6%	1.6%	1.6%	2.5%	1.3%	1.5%	1.8%	1.8%
2027	3.5%	3.1%	4.3%	5.5%	6.1%	1.6%	0.4%	1.5%	1.6%	1.6%	2.1%	1.3%	1.4%	1.6%	1.6%
2028	3.4%	3.0%	5.0%	5.5%	5.5%	1.6%	0.2%	1.3%	1.5%	1.5%	2.2%	1.3%	1.3%	1.7%	1.7%
2029	3.8%	2.9%	4.8%	5.4%	5.4%	1.5%	0.1%	1.6%	1.5%	1.5%	2.4%	1.3%	1.4%	1.8%	1.8%
2030	3.7%	2.8%	4.6%	5.1%	5.1%	1.5%	0.1%	1.4%	1.3%	1.3%	2.2%	1.3%	1.5%	1.9%	1.9%
2031	3.5%	2.8%	4.5%	4.8%	4.8%	1.4%	0.0%	1.3%	1.2%	1.2%	2.1%	1.2%	1.4%	1.7%	1.7%
2032	3.3%	2.7%	4.9%	4.7%	4.7%	1.3%	0.0%	1.3%	1.2%	1.2%	1.9%	1.2%	1.3%	1.6%	1.6%
2033	3.2%	2.6%	4.7%	4.6%	4.6%	1.3%	0.0%	1.4%	1.3%	1.3%	1.8%	1.2%	1.3%	1.6%	1.6%
2034	3.1%	2.6%	4.5%	4.6%	4.6%	1.3%	0.0%	1.3%	1.3%	1.3%	1.8%	1.2%	1.3%	1.6%	1.6%
2035	3.1%	2.5%	4.5%	4.6%	4.6%	1.4%	0.0%	1.4%	1.3%	1.3%	1.8%	1.2%	1.3%	1.6%	1.6%
2036	3.1%	2.4%	4.9%	4.6%	4.6%	1.2%	0.0%	1.3%	1.3%	1.3%	1.9%	1.2%	1.3%	1.6%	1.6%
2037	3.1%	2.4%	4.5%	4.5%	4.5%	1.2%	0.0%	1.2%	1.2%	1.2%	1.6%	1.2%	1.3%	1.6%	1.6%
2038	3.0%	2.3%	4.1%	4.3%	4.3%	1.3%	0.0%	1.2%	1.2%	1.2%	1.7%	1.1%	1.2%	1.5%	1.5%
2039	3.0%	2.3%	4.7%	4.3%	4.3%	1.2%	0.0%	1.3%	1.1%	1.1%	1.8%	1.1%	1.2%	1.5%	1.5%
2040	2.9%	2.2%	4.6%	4.3%	4.3%	1.3%	0.0%	1.4%	1.2%	1.2%	1.7%	1.1%	1.2%	1.6%	1.6%
2041	2.9%	2.2%	4.4%	4.3%	4.3%	1.3%	0.0%	1.3%	1.2%	1.2%	1.8%	1.1%	1.3%	1.7%	1.7%
2042	2.9%	2.1%	4.1%	4.2%	4.2%	1.3%	0.0%	1.3%	1.1%	1.1%	1.8%	1.1%	1.2%	1.6%	1.6%
2043	2.9%	2.1%	4.1%	4.3%	4.3%	1.2%	0.0%	1.2%	1.1%	1.1%	1.7%	1.1%	1.2%	1.5%	1.5%
2044	2.9%	2.0%	4.0%	4.2%	4.2%	1.7%	1.1%	1.1%	1.4%	1.4%	1.7%	1.1%	1.1%	1.4%	1.4%
2045	2.8%	2.0%	4.0%	4.1%	4.1%	1.6%	1.1%	1.1%	1.4%	1.4%	1.6%	1.1%	1.1%	1.4%	1.4%
2046	2.8%	2.0%	4.4%	4.0%	4.0%	1.6%	1.0%	1.1%	1.4%	1.4%	1.6%	1.0%	1.1%	1.4%	1.4%
2047	2.7%	1.9%	3.9%	4.1%	4.1%	1.4%	1.0%	1.1%	1.4%	1.4%	1.4%	1.0%	1.1%	1.4%	1.4%
2048	2.8%	1.9%	4.4%	4.2%	4.2%	1.5%	1.0%	1.0%	1.3%	1.3%	1.5%	1.0%	1.0%	1.3%	1.3%
2049	2.8%	1.9%	3.8%	4.2%	4.2%	1.5%	1.0%	1.1%	1.4%	1.4%	1.5%	1.0%	1.1%	1.4%	1.4%
2050	2.8%	1.8%	4.2%	4.1%	4.1%	1.7%	1.0%	1.1%	1.4%	1.4%	1.7%	1.0%	1.1%	1.4%	1.4%
2051	2.8%	1.8%	4.1%	4.0%	4.0%	1.6%	1.0%	1.1%	1.4%	1.4%	1.6%	1.0%	1.1%	1.4%	1.4%
2052	2.7%	1.8%	3.7%	3.9%	3.9%	1.5%	1.0%	1.0%	1.2%	1.2%	1.5%	1.0%	1.0%	1.2%	1.2%
2053	2.7%	1.7%	3.5%	3.9%	3.9%	1.5%	1.0%	1.0%	1.2%	1.2%	1.5%	1.0%	1.0%	1.2%	1.2%
2054	2.7%	1.7%	4.3%	4.0%	4.0%	1.6%	1.0%	1.0%	1.3%	1.3%	1.6%	1.0%	1.0%	1.3%	1.3%
2055	2.7%	1.7%	4.3%	4.0%	4.0%	1.6%	1.0%	1.0%	1.3%	1.3%	1.6%	1.0%	1.0%	1.3%	1.3%
2056	2.7%	1.7%	4.3%	4.0%	4.0%	1.6%	1.0%	1.0%	1.3%	1.3%	1.6%	1.0%	1.0%	1.3%	1.3%
2057	2.7%	1.7%	4.3%	4.0%	4.0%	1.6%	1.0%	1.0%	1.3%	1.3%	1.6%	1.0%	1.0%	1.3%	1.3%
2058	2.7%	1.7%	4.3%	4.0%	4.0%	1.6%	1.0%	1.0%	1.3%	1.3%	1.6%	1.0%	1.0%	1.3%	1.3%
2059	2.7%	1.7%	4.3%	4.0%	4.0%	1.6%	1.0%	1.0%	1.3%	1.3%	1.6%	1.0%	1.0%	1.3%	1.3%
2060	2.7%	1.7%	4.3%	4.0%	4.0%	1.6%	1.0%	1.0%	1.3%	1.3%	1.6%	1.0%	1.0%	1.3%	1.3%
2061	2.7%	1.7%	4.3%	4.0%	4.0%	1.6%	1.0%	1.0%	1.3%	1.3%	1.6%	1.0%	1.0%	1.3%	1.3%
2062	2.7%	1.7%	4.3%	4.0%	4.0%	1.6%	1.0%	1.0%	1.3%	1.3%	1.6%	1.0%	1.0%	1.3%	1.3%
2063	2.7%	1.7%	4.3%	4.0%	4.0%	1.6%	1.0%	1.0%	1.3%	1.3%	1.6%	1.0%	1.0%	1.3%	1.3%
TMCA	2.9%	2.7%	4.4%	4.5%	4.7%	1.5%	0.3%	1.5%	1.3%	1.3%	1.7%	1.1%	1.2%	1.5%	1.5%

Fuente: Cal y Mayor, 2024

Tabla 9-16. Tasas de crecimiento del pronóstico – Escenario Pesimista

Años	Pesimista_Autopista					Pesimista_Libramiento					Pesimista_Audi				
	Au	B	CU	CA1	CA2	Au	B	CU	CA1	CA2	Au	B	CU	CA1	CA2
2024	2.3%	9.7%	5.7%	6.2%	11.0%	2.4%	3.0%	2.6%	1.9%	0.9%	1.1%	1.4%	1.8%	1.1%	1.1%
2025	2.3%	9.7%	4.0%	4.8%	6.3%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.1%	1.6%	1.3%	1.4%	1.2%	1.2%
2026	2.4%	9.7%	3.0%	4.1%	5.5%	1.1%	0.8%	1.1%	1.2%	1.2%	1.6%	1.3%	1.1%	1.2%	1.2%
2027	2.4%	3.1%	2.9%	4.0%	4.9%	0.9%	0.4%	0.9%	1.2%	1.2%	1.2%	1.3%	0.9%	0.9%	0.9%
2028	2.5%	3.0%	2.8%	3.9%	4.2%	0.9%	0.2%	0.9%	1.1%	1.1%	1.4%	1.3%	0.9%	1.0%	1.0%
2029	2.7%	2.9%	3.9%	3.7%	3.8%	0.9%	0.1%	1.0%	1.0%	1.0%	1.5%	1.3%	0.9%	1.1%	1.1%
2030	2.6%	2.8%	2.9%	3.4%	3.4%	0.9%	0.1%	0.8%	0.9%	0.9%	1.4%	1.3%	1.0%	1.3%	1.3%
2031	2.3%	2.8%	2.8%	3.1%	3.1%	0.7%	0.0%	0.7%	0.8%	0.8%	1.3%	1.2%	0.9%	1.1%	1.1%
2032	2.2%	2.7%	3.2%	3.0%	3.0%	0.6%	0.0%	0.7%	0.8%	0.8%	1.2%	1.2%	0.8%	1.0%	1.0%
2033	2.1%	2.6%	3.0%	2.9%	2.9%	0.7%	0.0%	0.7%	0.8%	0.8%	1.0%	1.2%	0.8%	1.0%	1.0%
2034	2.0%	2.6%	2.8%	2.9%	2.9%	0.7%	0.0%	0.7%	0.8%	0.8%	1.0%	1.2%	0.8%	1.0%	1.0%
2035	2.0%	2.5%	2.8%	2.9%	2.9%	0.7%	0.0%	0.8%	0.8%	0.8%	1.1%	1.2%	0.7%	0.9%	0.9%
2036	2.0%	2.4%	3.2%	3.0%	3.0%	0.6%	0.0%	0.7%	0.8%	0.8%	1.2%	1.2%	0.8%	1.0%	1.0%
2037	2.0%	2.4%	2.7%	2.8%	2.8%	0.6%	0.0%	0.6%	0.7%	0.7%	0.9%	1.2%	0.8%	1.0%	1.0%
2038	1.9%	2.3%	2.4%	2.7%	2.7%	0.6%	0.0%	0.6%	0.7%	0.7%	1.0%	1.1%	0.7%	0.9%	0.9%
2039	1.8%	2.3%	3.0%	2.6%	2.6%	0.6%	0.0%	0.7%	0.7%	0.7%	1.1%	1.1%	0.7%	0.9%	0.9%
2040	1.8%	2.2%	2.9%	2.6%	2.6%	0.7%	0.0%	0.8%	0.7%	0.7%	1.0%	1.1%	0.7%	0.9%	0.9%
2041	1.8%	2.2%	2.6%	2.6%	2.6%	0.7%	0.0%	0.7%	0.7%	0.7%	1.1%	1.1%	0.8%	1.0%	1.0%
2042	1.8%	2.1%	2.4%	2.6%	2.6%	0.7%	0.0%	0.7%	0.7%	0.7%	1.0%	1.1%	0.7%	0.9%	0.9%
2043	1.8%	2.1%	2.3%	2.6%	2.6%	0.6%	0.0%	0.6%	0.7%	0.7%	0.9%	1.1%	0.7%	0.8%	0.8%
2044	1.8%	2.0%	2.3%	2.5%	2.5%	0.9%	1.1%	0.6%	0.8%	0.8%	0.9%	1.1%	0.6%	0.8%	0.8%
2045	1.7%	2.0%	2.2%	2.4%	2.4%	0.9%	1.1%	0.6%	0.8%	0.8%	0.9%	1.1%	0.6%	0.8%	0.8%
2046	1.6%	2.0%	3.1%	2.3%	2.3%	0.9%	1.0%	0.6%	0.8%	0.8%	0.9%	1.0%	0.6%	0.8%	0.8%
2047	1.7%	1.9%	2.2%	2.5%	2.5%	0.7%	1.0%	0.6%	0.7%	0.7%	0.7%	1.0%	0.6%	0.7%	0.7%
2048	1.7%	1.9%	3.0%	2.5%	2.5%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
2049	1.7%	1.8%	2.1%	2.5%	2.5%	0.7%	1.0%	0.6%	0.7%	0.7%	0.7%	1.0%	0.6%	0.7%	0.7%
2050	1.7%	1.8%	3.1%	2.4%	2.4%	0.9%	1.0%	0.6%	0.7%	0.7%	0.9%	1.0%	0.6%	0.7%	0.7%
2051	1.7%	1.8%	2.3%	2.3%	2.3%	0.9%	1.0%	0.6%	0.7%	0.7%	0.9%	1.0%	0.6%	0.7%	0.7%
2052	1.6%	1.7%	2.0%	2.2%	2.2%	0.6%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.6%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
2053	1.6%	1.7%	1.7%	2.2%	2.2%	0.7%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.7%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
2054	1.5%	1.7%	2.5%	2.4%	2.4%	0.9%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.9%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
2055	1.5%	1.7%	2.5%	2.4%	2.4%	0.9%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.9%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
2056	1.5%	1.7%	2.5%	2.4%	2.4%	0.9%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.9%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
2057	1.5%	1.7%	2.5%	2.4%	2.4%	0.9%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.9%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
2058	1.5%	1.7%	2.5%	2.4%	2.4%	0.9%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.9%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
2059	1.5%	1.7%	2.5%	2.4%	2.4%	0.9%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.9%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
2060	1.5%	1.7%	2.5%	2.4%	2.4%	0.9%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.9%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
2061	1.5%	1.7%	2.5%	2.4%	2.4%	0.9%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.9%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
2062	1.5%	1.7%	2.5%	2.4%	2.4%	0.9%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.9%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
2063	1.5%	1.7%	2.5%	2.4%	2.4%	0.9%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.9%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
TMCA	1.9%	2.7%	2.8%	2.8%	3.1%	0.8%	0.3%	0.9%	0.9%	0.9%	1.0%	1.1%	0.7%	0.8%	0.8%

Fuente: Cal y Mayor, 2024

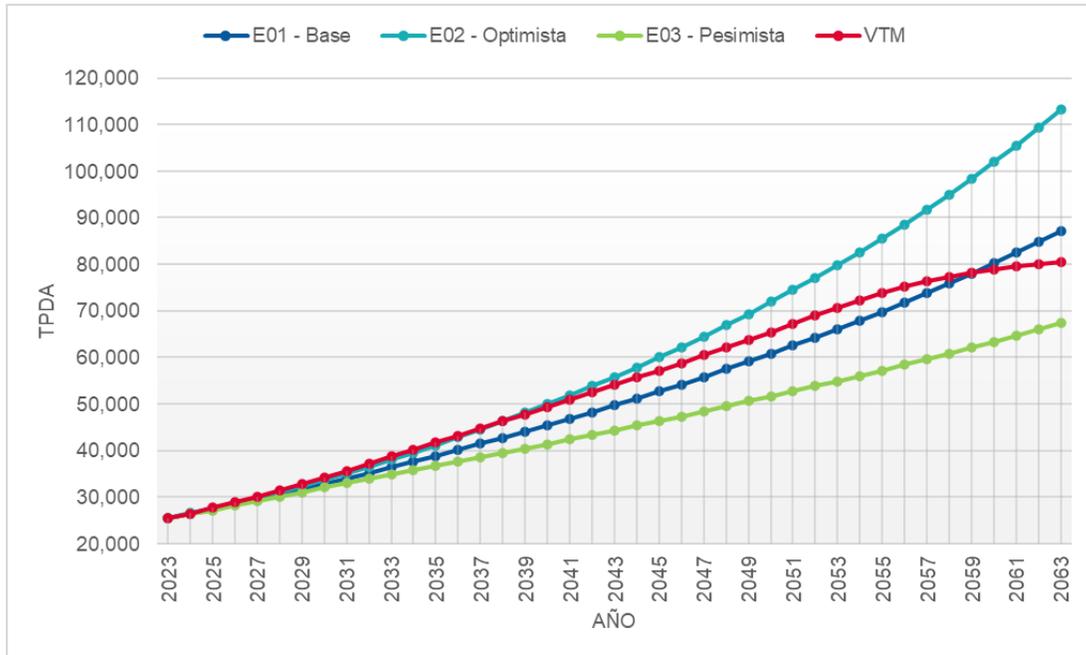
9.6 PRONÓSTICOS DE AFOROS E INGRESOS

Con base en los modelos de pronóstico comentados anteriormente se evaluó y estimó la demanda para tres escenarios posibles, los cuales se enlistan a continuación:

1. Escenario E01.- Base,
2. Escenario E02.- Optimista.
3. Escenario E03.- Pesimista.

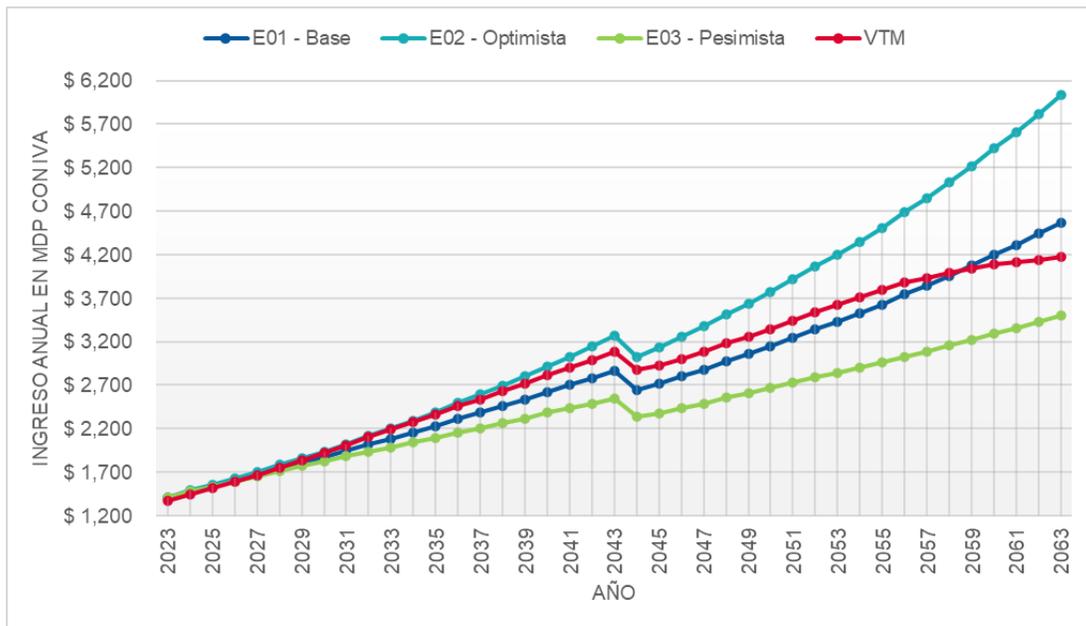
A continuación, se muestran los resultados del TPDA e ingresos de la autopista Amozoc – Perote teniendo en cuenta lo registrado en las casetas troncales (T1, T2 y T3) en el horizonte de operación correspondiente.

Figura 9-2. Serie de aforos para la autopista Amozoc – Perote



Fuente: Cal y Mayor, 2024

Figura 9-3. Serie de ingresos para la autopista Amozoc – Perote



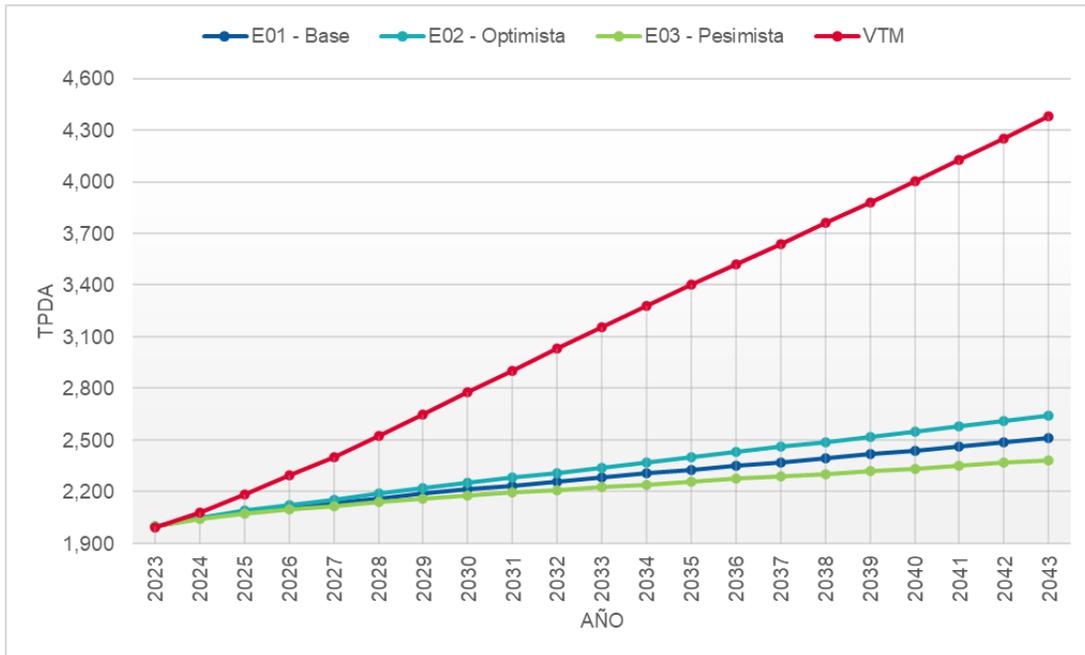
Fuente: Cal y Mayor, 2024

En la figura anterior se muestra una caída de los ingresos en el año 2044 debido un cambio en la longitud de cobro de la caseta T3 pasando de 55.5 km a 43.5 km. Está disminución de 12 km a partir

del año 2044 se debe a la finalización de operaciones del Libramiento de Perote puesto que dada la configuración de la caseta T3 actualmente el tramo de cobro incluye es entre los entronques Cantona y Perote II abarcando 12 km del Libramiento.

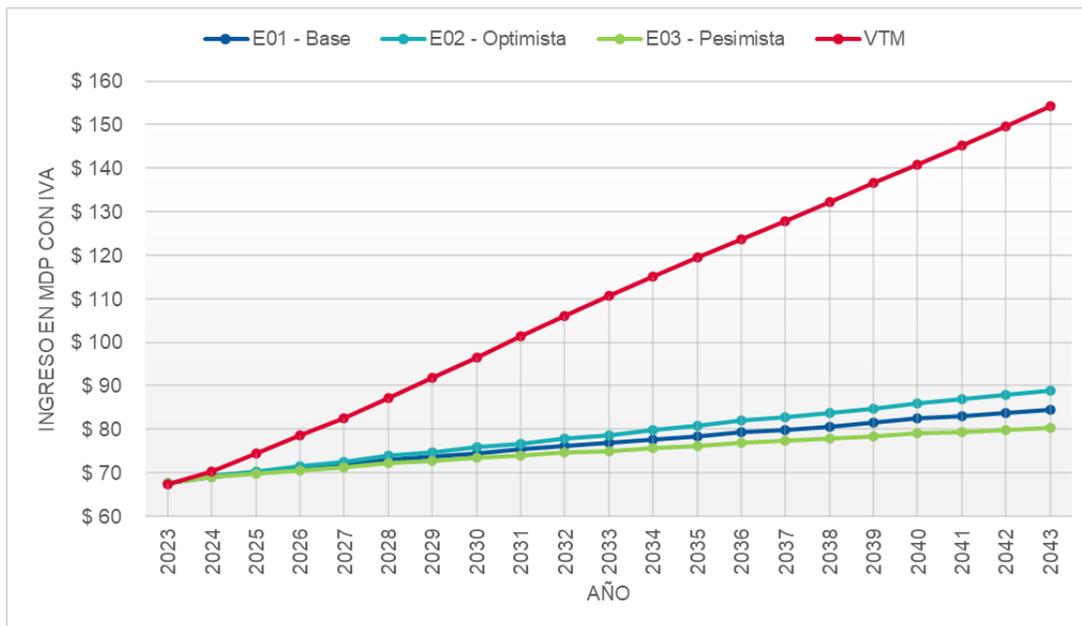
Por otro lado, a continuación se muestran los resultados del TPDA e ingresos del Libramiento de Perote en el horizonte de operación correspondiente.

Figura 9-4. Serie de aforos para el Libramiento de Perote



Fuente: Cal y Mayor, 2024

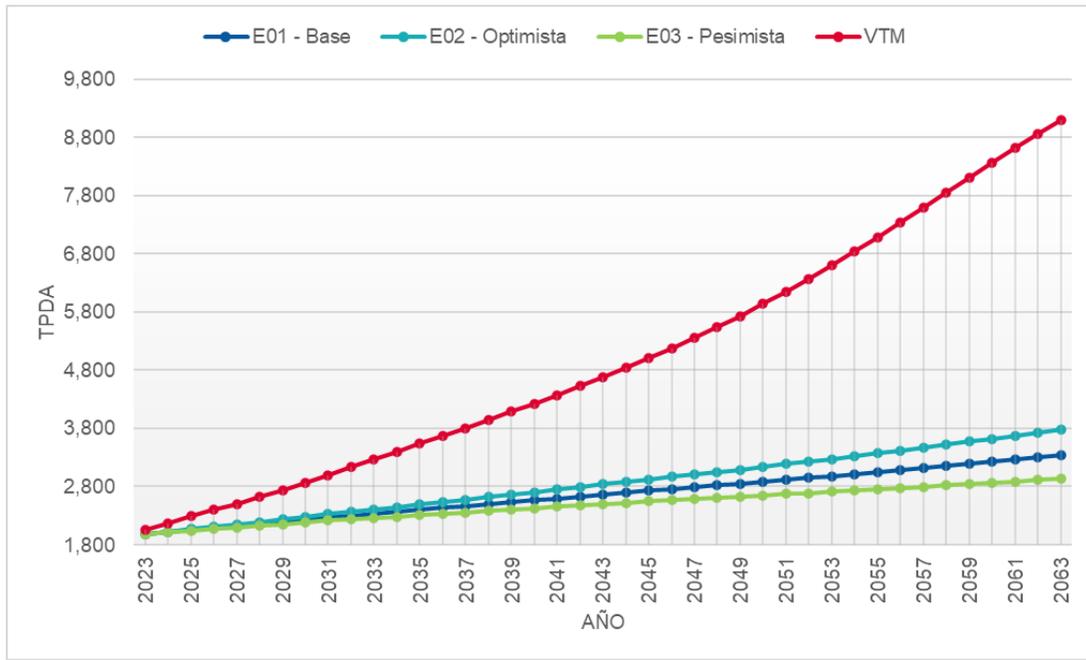
Figura 9-5. Serie de ingresos para el Libramiento de Perote



Fuente: Cal y Mayor, 2024

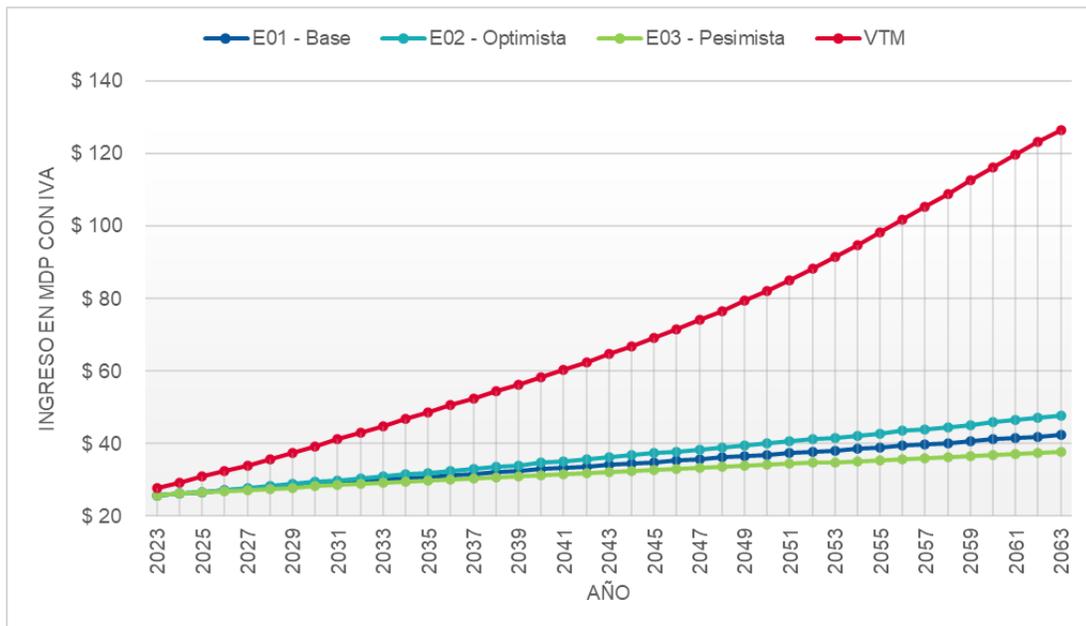
Finalmente, dado que para la caseta de AUDI se generó un modelo econométrico propio debido a su dinámica particular, explicada en detalle en el apartado 3.2 del presente documento, a continuación se muestran los resultados del TPDA e ingresos de esta en el horizonte de operación correspondiente.

Figura 9-6. Serie de aforos para la caseta Audi



Fuente: Cal y Mayor, 2024

Figura 9-7. Serie de ingresos para la caseta Audi



Fuente: Cal y Mayor, 2024

9.7 SÍNTESIS SERIE DE PRONÓSTICOS DE AFOROS E INGRESOS PARA EL PROYECTO

En el presente apartado se expone la serie de pronóstico de aforos e ingresos resumida cada quinquenio para los activos de la concesión en cada uno de los escenarios indicados previamente.

9.7.1 Escenario 1 – Base

A continuación, se presenta el resumen cada cinco años de la serie de aforos e ingresos para el escenario base para la Autopista Amozoc – Perote tomando en cuenta solo los cruces de las casetas troncales (T1, T2 y T3).

Tabla 9-17. Serie de aforos e ingresos para la Autopista Amozoc – Perote, escenario base

Año	TPDA						Ingresos con IVA (millones \$/año)*					
	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total
2023	17,963	1,167	2,316	2,528	1,376	25,350	\$711.3	\$77.9	\$161.5	\$251.7	\$206.8	\$1,409.2
2028	20,721	1,636	2,866	3,222	1,888	30,334	\$822.8	\$109.5	\$200.4	\$321.7	\$284.5	\$1,738.9
2033	24,577	1,876	3,459	3,933	2,304	36,148	\$973.2	\$125.2	\$241.2	\$391.5	\$346.3	\$2,077.4
2038	28,790	2,115	4,132	4,710	2,759	42,507	\$1,140.1	\$141.1	\$288.1	\$468.9	\$414.7	\$2,453.0
2043	33,356	2,355	4,908	5,572	3,264	49,453	\$1,320.9	\$157.1	\$342.2	\$554.7	\$490.6	\$2,865.5
2048	38,403	2,594	5,762	6,544	3,834	57,136	\$1,396.9	\$157.0	\$360.6	\$568.1	\$491.5	\$2,974.1
2053	44,028	2,833	6,677	7,650	4,481	65,669	\$1,597.1	\$171.0	\$416.6	\$662.3	\$573.0	\$3,420.1
2058	50,301	3,082	7,895	8,950	5,243	75,472	\$1,824.7	\$186.1	\$492.7	\$774.9	\$670.4	\$3,948.8
2063	57,468	3,353	9,336	10,472	6,135	86,765	\$2,084.7	\$202.4	\$582.6	\$906.7	\$784.3	\$4,560.8
TCMA 2024-2043												
	3.1%	3.6%	3.8%	4.0%	4.4%	3.4%						
TCMA 2024-2063												
	3.0%	2.7%	3.5%	3.6%	3.8%	3.1%						

Fuente: Elaborado por Cal y Mayor Asociados

*Nota: Los valores presentados se encuentran en pesos constantes

Por otro lado, a continuación se presenta el resumen cada cinco años de la serie de aforos e ingresos para el escenario base para el Libramiento de Perote tomando en cuenta los cruces de la caseta T4.

Tabla 9-18. Serie de aforos e ingresos para el Libramiento de Perote, escenario base

Año	TPDA						Ingresos con IVA (millones \$/año)*					
	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total
2023	728	11	515	561	179	1,994	\$14.4	\$0.4	\$17.0	\$24.7	\$11.0	\$67.4
2028	788	12	559	606	191	2,155	\$15.6	\$0.4	\$18.5	\$26.7	\$11.8	\$73.0
2033	832	12	590	639	201	2,274	\$16.4	\$0.4	\$19.5	\$28.1	\$12.4	\$76.8
2038	872	12	620	672	212	2,386	\$17.2	\$0.4	\$20.4	\$29.5	\$13.0	\$80.6
2043	914	12	651	703	221	2,501	\$18.1	\$0.4	\$21.5	\$30.9	\$13.6	\$84.5
TCMA 2024-2043												
	1.1%	0.3%	1.2%	1.1%	1.1%	1.1%						

Fuente: Elaborado por Cal y Mayor Asociados

*Nota: Los valores presentados se encuentran en pesos constantes

Finalmente, a continuación se presenta el resumen cada cinco años de la serie de aforos e ingresos para el escenario base para la caseta de AUDI.

Tabla 9-19. Serie de aforos e ingresos para la caseta Audi, escenario base

Año	TPDA						Ingresos con IVA (millones \$/año)*					
	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total
2023	1,355	206	100	301	18	1,980	\$13.4	\$3.4	\$1.6	\$6.6	\$0.6	\$25.6
2028	1,478	220	107	323	19	2,148	\$14.7	\$3.6	\$1.8	\$7.1	\$0.6	\$27.8
2033	1,607	234	114	346	21	2,321	\$15.9	\$3.9	\$1.9	\$7.6	\$0.6	\$29.9
2038	1,723	248	119	369	22	2,481	\$17.0	\$4.1	\$2.0	\$8.1	\$0.7	\$31.9
2043	1,846	262	125	392	24	2,649	\$18.3	\$4.3	\$2.1	\$8.6	\$0.7	\$34.0
2048	1,960	276	131	413	25	2,805	\$19.4	\$4.6	\$2.2	\$9.1	\$0.8	\$36.0
2053	2,080	290	136	434	26	2,966	\$20.6	\$4.8	\$2.2	\$9.5	\$0.8	\$37.9
2058	2,210	304	141	455	27	3,137	\$21.9	\$5.0	\$2.3	\$10.0	\$0.8	\$40.0
2063	2,348	319	146	477	29	3,319	\$23.2	\$5.3	\$2.4	\$10.5	\$0.9	\$42.3
TCMA 2024-2043												
	1.6%	1.2%	1.1%	1.3%	1.4%	1.5%						
TCMA 2024-2063												
	1.4%	1.1%	1.0%	1.2%	1.2%	1.3%						

Fuente: Elaborado por Cal y Mayor Asociados

*Nota: Los valores presentados se encuentran en pesos constantes

9.7.2 Escenario 2 – Optimista

A continuación, se presenta el resumen cada cinco años de la serie de aforos e ingresos para el escenario optimista para la Autopista Amozoc – Perote tomando en cuenta solo los cruces de las casetas troncales (T1, T2 y T3).

Tabla 9-20. Serie de aforos e ingresos para la Autopista Amozoc – Perote, escenario optimista

Año	TPDA						Ingresos con IVA (millones \$/año)*					
	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total
2023	17,963	1,167	2,316	2,528	1,376	25,350	\$711.3	\$77.9	\$161.5	\$251.7	\$206.8	\$1,409.2
2028	20,883	1,636	2,959	3,359	1,988	30,826	\$829.2	\$109.5	\$206.9	\$335.3	\$299.7	\$1,780.7
2033	25,396	1,876	3,722	4,268	2,526	37,787	\$1,005.7	\$125.2	\$259.5	\$424.9	\$379.7	\$2,195.0
2038	30,817	2,115	4,633	5,322	3,150	46,037	\$1,220.3	\$141.1	\$323.0	\$529.9	\$473.5	\$2,687.9
2043	36,993	2,355	5,739	6,557	3,881	55,525	\$1,464.9	\$157.1	\$400.2	\$652.8	\$583.3	\$3,258.3
2048	44,130	2,594	7,030	8,019	4,746	66,519	\$1,605.2	\$157.0	\$439.9	\$696.2	\$608.5	\$3,506.8
2053	52,424	2,833	8,503	9,763	5,779	79,302	\$1,901.7	\$171.0	\$530.6	\$845.3	\$738.8	\$4,187.5
2058	61,979	3,082	10,506	11,895	7,041	94,502	\$2,248.3	\$186.1	\$655.6	\$1,029.9	\$900.2	\$5,020.0
2063	73,275	3,353	12,979	14,493	8,578	112,680	\$2,658.1	\$202.4	\$810.0	\$1,254.8	\$1,096.8	\$6,022.1
TCMA 2024-2043												
	3.7%	3.6%	4.6%	4.9%	5.3%	4.0%						
TCMA 2024-2063												
	3.6%	2.7%	4.4%	4.5%	4.7%	3.8%						

Fuente: Elaborado por Cal y Mayor Asociados

*Nota: Los valores presentados se encuentran en pesos constantes

Por otro lado, a continuación se presenta el resumen cada cinco años de la serie de aforos e ingresos para el escenario optimista para el Libramiento de Perote tomando en cuenta los cruces de la caseta T4.

Tabla 9-21. Serie de aforos e ingresos para el Libramiento de Perote, escenario optimista

Año	TPDA						Ingresos con IVA (millones \$/año)*					
	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total
2023	728	11	515	561	179	1,994	\$14.4	\$0.4	\$17.0	\$24.7	\$11.0	\$67.4
2028	800	12	564	611	194	2,181	\$15.9	\$0.4	\$18.7	\$26.9	\$12.0	\$73.8
2033	857	12	605	652	207	2,332	\$17.0	\$0.4	\$19.9	\$28.7	\$12.7	\$78.7
2038	913	12	645	693	220	2,481	\$18.0	\$0.4	\$21.3	\$30.5	\$13.5	\$83.7
2043	971	12	687	733	232	2,636	\$19.2	\$0.4	\$22.7	\$32.2	\$14.3	\$88.8
TCMA 2024-2043												
	1.5%	0.3%	1.5%	1.3%	1.3%	1.4%						

Fuente: Elaborado por Cal y Mayor Asociados

*Nota: Los valores presentados se encuentran en pesos constantes

Finalmente, a continuación se presenta el resumen cada cinco años de la serie de aforos e ingresos para el escenario optimista para la caseta de AUDI.

Tabla 9-22. Serie de aforos e ingresos para la caseta Audi, escenario optimista

Año	TPDA						Ingresos con IVA (millones \$/año)*					
	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total
2023	1,355	206	100	301	18	1,980	\$13.4	\$3.4	\$1.6	\$6.6	\$0.6	\$25.6
2028	1,506	220	108	328	20	2,182	\$14.9	\$3.6	\$1.8	\$7.2	\$0.6	\$28.2
2033	1,668	234	116	357	21	2,396	\$16.5	\$3.9	\$1.9	\$7.9	\$0.7	\$30.8
2038	1,821	248	123	386	23	2,602	\$18.0	\$4.1	\$2.0	\$8.5	\$0.7	\$33.3
2043	1,986	262	131	417	25	2,821	\$19.6	\$4.3	\$2.2	\$9.2	\$0.8	\$36.1
2048	2,146	276	139	447	27	3,034	\$21.3	\$4.6	\$2.3	\$9.8	\$0.8	\$38.8
2053	2,318	290	146	477	29	3,259	\$22.9	\$4.8	\$2.4	\$10.5	\$0.9	\$41.5
2058	2,507	304	153	508	30	3,502	\$24.8	\$5.0	\$2.5	\$11.2	\$0.9	\$44.4
2063	2,711	319	161	541	32	3,764	\$26.8	\$5.3	\$2.7	\$11.9	\$1.0	\$47.6
TCMA 2024-2043												
	1.9%	1.2%	1.4%	1.6%	1.6%	1.8%						
TCMA 2024-2063												
	1.7%	1.1%	1.2%	1.5%	1.5%	1.6%						

Fuente: Elaborado por Cal y Mayor Asociados

*Nota: Los valores presentados se encuentran en pesos constantes

9.7.3 Escenario 3 – Pesimista

A continuación, se presenta el resumen cada cinco años de la serie de aforos e ingresos para el escenario pesimista para la Autopista Amozoc – Perote tomando en cuenta solo los cruces de las casetas troncales (T1, T2 y T3).

Tabla 9-23. Serie de aforos e ingresos para la Autopista Amozoc – Perote, escenario pesimista

Año	TPDA						Ingresos con IVA (millones \$/año)*					
	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total
2023	17,963	1,167	2,316	2,528	1,376	25,350	\$711.3	\$77.9	\$161.5	\$251.7	\$206.8	\$1,409.2
2028	20,420	1,637	2,771	3,162	1,871	29,861	\$810.9	\$109.5	\$193.7	\$315.7	\$282.1	\$1,711.8
2033	23,554	1,876	3,238	3,706	2,196	34,570	\$932.7	\$125.2	\$225.8	\$369.0	\$330.0	\$1,982.7
2038	26,636	2,115	3,713	4,265	2,526	39,255	\$1,054.8	\$141.2	\$258.9	\$424.6	\$379.7	\$2,259.1
2043	29,785	2,355	4,230	4,845	2,870	44,085	\$1,179.5	\$157.1	\$295.0	\$482.3	\$431.4	\$2,545.3
2048	33,099	2,594	4,799	5,465	3,237	49,194	\$1,204.0	\$157.0	\$300.3	\$474.4	\$415.0	\$2,550.7
2053	36,629	2,834	5,363	6,135	3,634	54,595	\$1,328.7	\$171.0	\$334.7	\$531.1	\$464.6	\$2,830.3

Año	TPDA						Ingresos con IVA (millones \$/año)*					
	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total
2058	40,336	3,083	6,078	6,891	4,082	60,471	\$1,463.2	\$186.1	\$379.3	\$596.7	\$521.9	\$3,147.2
2063	44,419	3,354	6,887	7,742	4,586	66,987	\$1,611.3	\$202.5	\$429.8	\$670.3	\$586.3	\$3,500.2
TCMA 2024-2043												
	2.6%	3.6%	3.1%	3.3%	3.8%	2.8%						
TCMA 2024-2063												
	2.3%	2.7%	2.8%	2.8%	3.1%	2.5%						

Fuente: Elaborado por Cal y Mayor Asociados

*Nota: Los valores presentados se encuentran en pesos constantes

Por otro lado a continuación, se presenta el resumen cada cinco años de la serie de aforos e ingresos para el escenario pesimista para el Libramiento de Perote tomando en cuenta los cruces de la caseta T4.

Tabla 9-24. Serie de aforos e ingresos para el Libramiento de Perote, escenario pesimista

Año	TPDA						Ingresos con IVA (millones \$/año)*					
	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total
2023	728	11	515	561	179	1,994	\$14.4	\$0.4	\$17.0	\$24.7	\$11.0	\$67.4
2028	779	12	552	600	189	2,132	\$15.4	\$0.4	\$18.2	\$26.5	\$11.7	\$72.2
2033	809	12	574	626	197	2,218	\$16.0	\$0.4	\$18.9	\$27.5	\$12.1	\$75.0
2038	835	12	594	651	205	2,297	\$16.5	\$0.4	\$19.6	\$28.6	\$12.6	\$77.7
2043	861	12	615	674	212	2,374	\$17.0	\$0.4	\$20.3	\$29.6	\$13.1	\$80.4
TCMA 2024-2043												
	0.8%	0.3%	0.9%	0.9%	0.9%	0.9%						

Fuente: Elaborado por Cal y Mayor Asociados

*Nota: Los valores presentados se encuentran en pesos constantes

Finalmente a continuación, se presenta el resumen cada cinco años de la serie de aforos e ingresos para el escenario pesimista para la caseta de AUDI.

Tabla 9-25. Serie de aforos e ingresos para la caseta Audi, escenario pesimista

Año	TPDA						Ingresos con IVA (millones \$/año):					
	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total
2023	1,355	206	100	301	18	1,980	\$13.4	\$3.4	\$1.6	\$6.6	\$0.6	\$25.6
2028	1,452	220	106	318	19	2,115	\$14.4	\$3.6	\$1.7	\$7.0	\$0.6	\$27.4
2033	1,549	234	111	336	20	2,249	\$15.3	\$3.9	\$1.8	\$7.4	\$0.6	\$29.0
2038	1,631	248	115	352	21	2,367	\$16.1	\$4.1	\$1.9	\$7.7	\$0.6	\$30.5
2043	1,716	262	120	368	22	2,487	\$17.0	\$4.3	\$1.9	\$8.1	\$0.7	\$32.0
2048	1,789	276	123	382	23	2,593	\$17.8	\$4.6	\$2.0	\$8.4	\$0.7	\$33.5
2053	1,858	290	126	395	24	2,693	\$18.4	\$4.8	\$2.0	\$8.7	\$0.7	\$34.6
2058	1,939	304	130	408	24	2,805	\$19.2	\$5.0	\$2.1	\$9.0	\$0.8	\$36.0
2063	2,024	319	133	421	25	2,922	\$20.0	\$5.3	\$2.1	\$9.2	\$0.8	\$37.5
TCMA 2024-2043												
	1.2%	1.2%	0.9%	1.0%	1.0%	1.1%						
TCMA 2024-2063												
	1.0%	1.1%	0.7%	0.8%	0.8%	1.0%						

Fuente: Elaborado por Cal y Mayor Asociados

*Nota: Los valores presentados se encuentran en pesos constantes

10 ELASTICIDAD TARIFARIA

El transporte definido como el movimiento de personas y de bienes a lo largo del espacio físico, puede realizarse mediante diferentes medios (a pie, automóviles, camiones, entre otros) y al ser derivada o consecuencia de un motivo superior, la demanda de transporte se ve afectada por la actividad económica.

En este sentido aparecen indicadores como la elasticidad tarifaria siendo esta un indicador de la sensibilidad de variación que presenta una variable a los cambios experimentados por otra, en otras palabras, es una forma de medir lo sensibles que son los usuarios de un activo carretera a los cambios de precio en la tarifa de cobro.

Si un cambio en la tarifa afecta mucho a la demanda de tráfico se dice que la elasticidad es alta, esto significa que un pequeño cambio en tarifa provocará un gran cambio en la cantidad de usuarios que transitan por un activo; por otro lado si un cambio en tarifa no afecta mucho el tráfico entonces la elasticidad será baja, lo que significa que un cambio de tarifa tendrá un efecto mínimo en cuanto a la demanda de la carretera.

En el presente numeral se realiza un análisis para cada uno de los activos de GANA considerando su específico grupo vehicular, identificando los periodos de incrementos tarifarios que exceden la inflación anual en el periodo histórico de 2009 a 2023 teniendo como insumos la información histórica de tráfico y tarifas proporcionada por el concesionario así como el índice de precios al consumidor anual publicado por el INEGI.

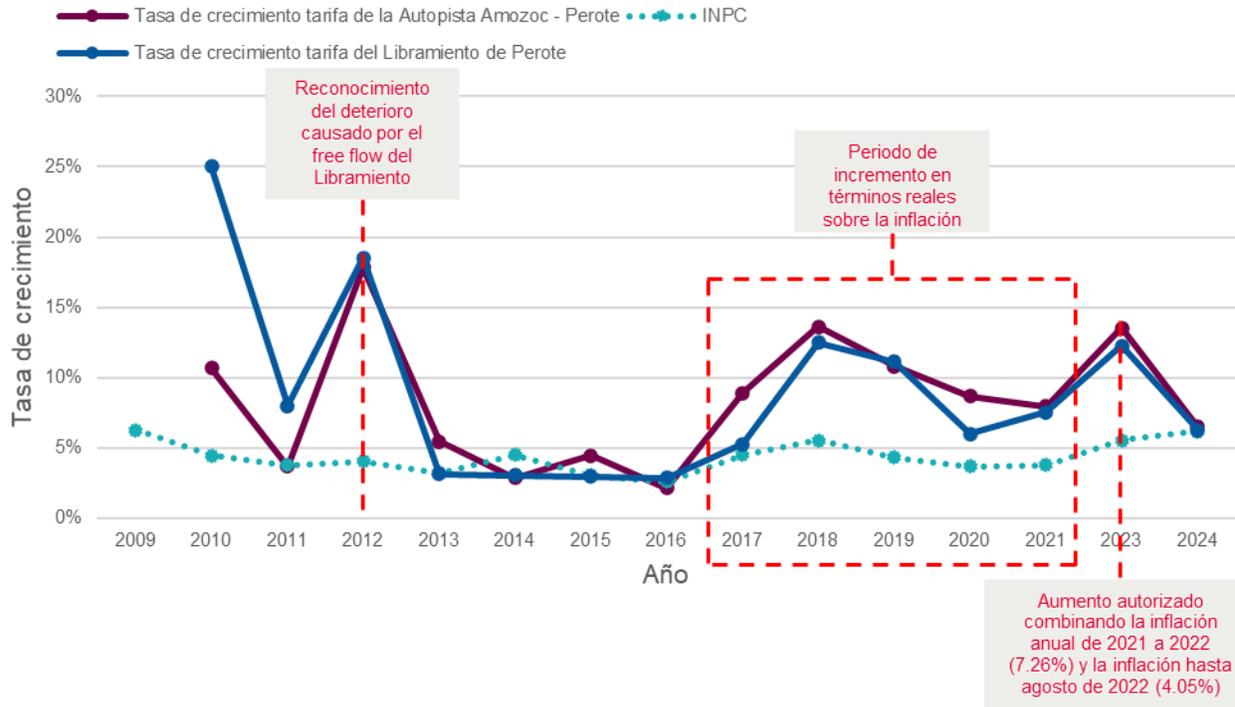
Para realizar un análisis sobre el impacto que tiene la variación de la tarifa en el tráfico de la autopista se ha considerado el tráfico y las tarifas específicas históricas con IVA de las tres casetas troncales (T1, T2 y T3), realizando un análisis adicional al libramiento de Perote con su correspondiente caseta T4.

Tabla 10-1. Variación de la tarifa específica con IVA

Fecha de incremento	Inflación	Variación tarifaria (T1+T2+T3)				Variación tarifaria (T4)			
		Au	CU	CA1	CA2	Au	CU	CA1	CA2
1/01/2010	4.46%	11%	5%	4%	4%	25%	29%	30%	29%
1/01/2011	3.78%	4%	5%	6%	7%	8%	3%	5%	3%
1/01/2012	4.05%	18%	17%	16%	16%	19%	19%	18%	17%
1/01/2013	3.25%	5%	5%	4%	4%	3%	5%	6%	4%
1/01/2014	4.48%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	4%	4%
1/01/2015	3.07%	4%	4%	4%	4%	3%	5%	5%	4%
1/01/2016	2.61%	2%	2%	2%	2%	3%	2%	3%	3%
1/07/2016	0.19%	6%	6%	7%	6%	6%	7%	6%	6%
1/01/2017	4.52%	9%	9%	10%	9%	5%	6%	7%	8%
15/01/2018	5.55%	14%	12%	13%	12%	13%	12%	13%	12%
1/02/2019	4.34%	11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%
5/02/2020	3.70%	9%	8%	8%	8%	6%	8%	8%	7%
2/02/2021	3.76%	8%	8%	8%	8%	8%	7%	8%	8%
15/11/2022	5.54%	14%	13%	13%	13%	12%	13%	13%	14%
8/01/2024	6.17%	11%	12%	14%	7%	6%	7%	7%	6%

Fuente: Cal y Mayor, 2024 con información de Aleatica e INEGI.

Figura 10-1. Evolución tarifaria casetas troncales Autopista Amozoc – Perote (T1, T2 y T3) y Libramiento de Perote (T4)



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con información de Aleatica e INEGI.

Como se observa en la Figura 10-1 existen tres eventos que han marcado los incrementos tarifarios en los activos el primero en el año 2012 donde la SICT le reconoce a la concesión el deterioro que se a generado en el libramiento durante el periodo 2005 a 2009 en el que opera sin el cobro del peaje; el segundo corresponde a los incrementos consecutivos entre 2017 y 2021 en términos reales; y el tercero dado que en el 2022 no se autorizó la actualización de tarifas en el mes de febrero, hasta donde se tenía una inflación de 7.26%, sino en el mes de noviembre a partir de la inflación hasta agosto del mismo año (4.05%) por lo que la SICT autorizó el aumento de las tarifas específicas para 2023 considerando el efecto combinado de ambas inflaciones.

10.1 COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DEL TRÁFICO Y LA TARIFA-AUTOPISTA AMOZOC-PEROTE

A partir de la Figura 10-2 se identifica que los usuarios de vehículos livianos presentan una sensibilidad a la variación de la tarifa puesto que en los periodos en los que hubo variaciones significativas en la tarifa el tráfico no continuó con su tendencia de crecimiento como es el caso del año 2012 en donde la tarifa se incrementa cerca del 18% mientras que el tráfico cae en un 1% respecto al año 2011, mismo comportamiento se observa entre los años 2017 y 2019 donde la tarifa aumento en promedio 11% mientras que el tráfico solo creció en promedio 1%.

El comportamiento anteriormente descrito para los vehículos livianos se da considerando las sumatoria de las tres casetas troncales de la autopista, este mismo se ve reflejado de manera individual de la siguiente forma; para la caseta T1 se pasa del 4% en 2011 a -3% y -1% en los dos años posteriores, para la caseta T2 se pasa del 4% en 2011 a -1% y -2% en el año 2012 y 2013

respectivamente, mientras que en la caseta T3 se reduce la tasa de crecimiento pasando del 5% en 2011 al 4% y 3% en los dos años siguientes.

Figura 10-2. Impacto del tráfico por aumento en peajes en la Autopista Amozoc - Perote (AU).



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

A partir de la Figura 10-3 se identifica que la demanda de usuarios de camiones unitarios es poco sensible a la variación de la tarifa, pues como se observa no se han registrado caídas en el tráfico a lo largo de los años e incluso se identifica un crecimiento acelerado entre los años 2017 al 2019 manteniendo esta dinámica de crecimiento en los años postpandemia por lo que se puede inferir que el comportamiento de estos usuarios hasta la fecha no se ve afectado por la tarifa.

Figura 10-3. Impacto del tráfico por aumento en peajes en la Autopista Amozoc - Perote (CU).



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

Similarmente, los usuarios de camiones articulados tipo I (camiones de 5 y 6 ejes) no han presentado históricamente una sensibilidad a la variación de la tarifa pues como ocurre con los camiones unitarios

no se han registrado caídas en el tráfico a lo largo de los años e incluso presentan un comportamiento dinámico entre los años 2017 y 2019, años en los que la tarifa varia significativamente; infiriendo que el comportamiento de estos usuarios hasta la fecha no se ve afectado por la tarifa.

Figura 10-4. Impacto del tráfico por aumento en peajes en la Autopista Amozoc - Perote (CAI).



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

Finalmente, en cuanto a los camiones articulados tipo II (camiones de 7 o más ejes) estos han presentado en el periodo del 2014 al 2016 un estancamiento del tráfico ante una variación promedio de la tarifa del 3%; mientras que para el periodo entre los años 2017 y 2019 el tráfico ha incrementado exponencialmente con una variación alta de la tarifa cercana al 11% en promedio. Por lo anterior, se puede inferir que la dinámica de esta tipología vehicular hasta la fecha no es dependiente directamente de la tarifa pues ante variaciones bajas en esta el tráfico no ha crecido mientras que con variaciones altas de la tarifa el tráfico ha aumentado.

Figura 10-5. Impacto del tráfico por aumento en peajes en la Autopista Amozoc - Perote (CAII).

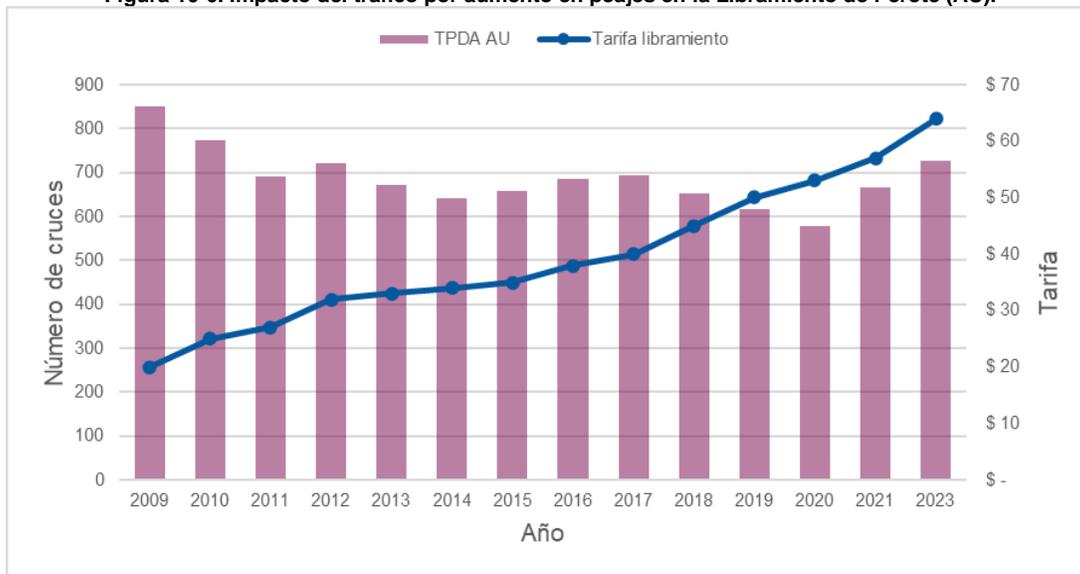


Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

10.2 COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DEL TRÁFICO Y LA TARIFA – LIBRAMIENTO PEROTE

Similarmente a la autopista, a continuación, se presenta el análisis sobre el impacto que tiene la variación de la tarifa en el tráfico del libramiento considerando datos históricos de la caseta troncal T4 proporcionados por el concesionario.

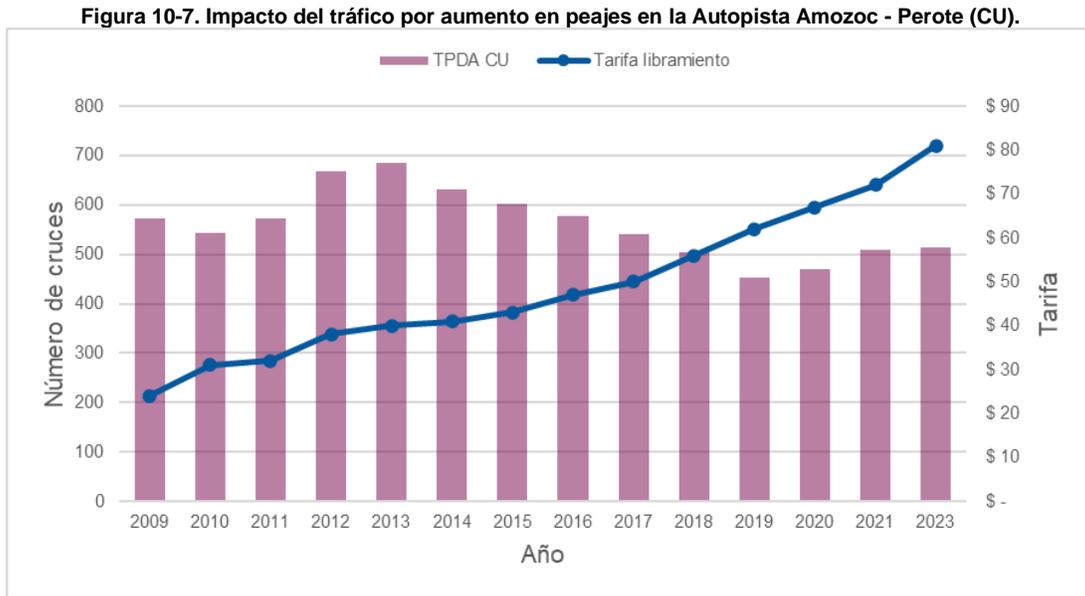
Figura 10-6. Impacto del tráfico por aumento en peajes en la Libramiento de Perote (AU).



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

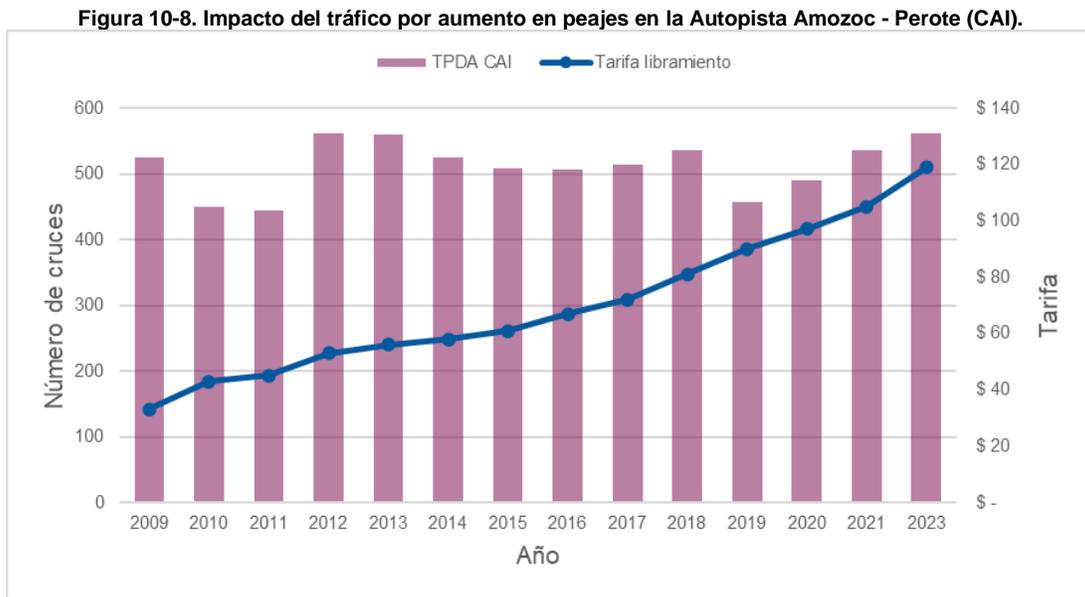
A partir de la Figura 10-6 se identifica que los usuarios de vehículos livianos no han presentado históricamente una sensibilidad a la variación de la tarifa pues si bien hay un estancamiento entre el 2013 y 2016, también se observa un crecimiento en el 2012 siendo este uno de los años con mayor incremento tarifario. Adicionalmente, es importante notar como en los años postpandemia estos usuarios que han sufrido incrementos importantes en la tarifa presentan un crecimiento positivo.

Por lo anterior se puede inferir que el comportamiento del tráfico en esta tipología hasta la fecha no está ligado únicamente a la tarifa dado que existen otros factores como lo es su ubicación, pues al no conectar grandes polos de desarrollo se limita el crecimiento del tráfico, o su uso como vía alimentadora de la concesión de COPEXA en donde se localizan las casetas más costosas de la región volviéndolo poco atractivo para recorridos de corto itinerario.



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

A partir de la Figura 10-7 se identifica que los usuarios de camiones unitarios han presentado históricamente una sensibilidad a la variación de la tarifa pues como se observa a partir del año 2014 se han registrado caídas en el tráfico llegando al nivel mínimo en el año 2019 e incluso se identifica que en los años postpandemia ya no hay remanentes del efecto de recuperación habiéndose estancado el volumen vehicular en los últimos años como posible efecto del incremento en la tarifa de este periodo.

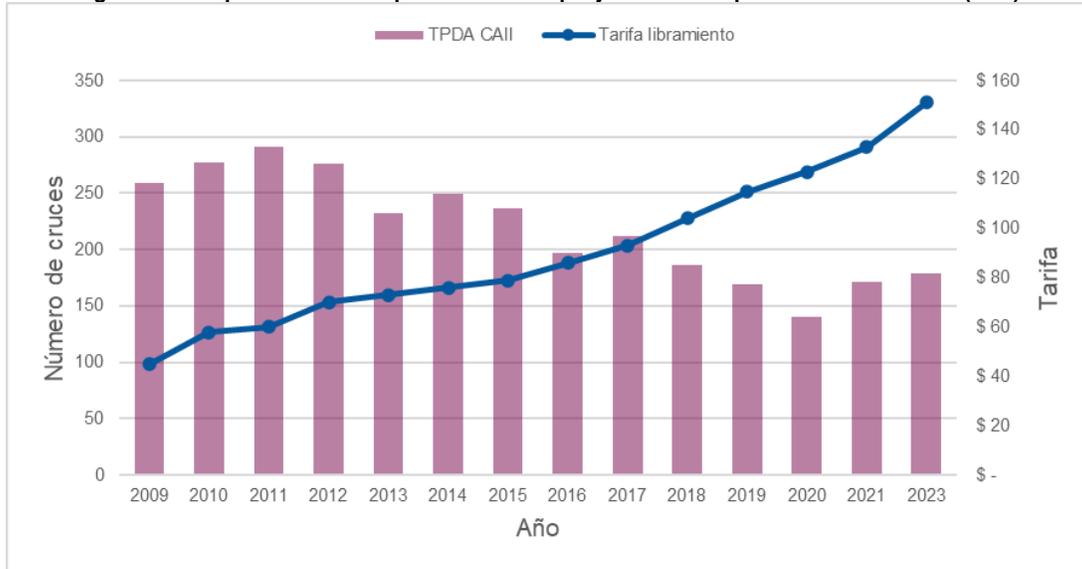


Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

A partir de la Figura 10-8 se identifica que los usuarios de camiones articulados tipo I (camiones de 5 y 6 ejes) no han presentado históricamente una sensibilidad a la variación de la tarifa pues si bien hay un estancamiento entre el 2013 y 2016, también se observa un crecimiento fuerte en el 2012 y a partir

de 2018 siendo estos algunos de los años con mayor incremento tarifario. Por lo que se puede inferir que el comportamiento de estos usuarios hasta la fecha no se ve afectado por la tarifa.

Figura 10-9. Impacto del tráfico por aumento en peajes en la Autopista Amozoc - Perote (CAII).



Fuente: Cal y Mayor, 2024 con base en información proporcionada por el concesionario

Finalmente, en cuanto a los camiones articulados tipo II (camiones de 7 o más ejes) han presentado una caída en el periodo del 2012 al 2013 con una recuperación en el año 2014 así como una nueva caída en los años 2015 y 2016 con una nueva recuperación en el 2017, mientras que la tarifa en este mismo periodo presenta un incremento promedio del 5%. Dado este comportamiento de caídas y recuperaciones en el periodo más estable de la tarifa permite inferir que hasta la fecha la dinámica de esta tipología vehicular no es dependiente de la tarifa pues no se identifica un patrón que asocie a la tarifa con el tráfico.

11 NIVEL DE SERVICIO

Con el fin de comparar los niveles de servicio de cada uno de los tramos de análisis de la concesión GANA para la serie tráfico desarrollada por Cal y Mayor se han establecido los siguientes volúmenes de servicio según a la información recibida hasta el momento de la entrega sobre la metodología utilizada por VTM para la estimación de estos.

Tabla 11-1. TPDA de servicio bajo la metodología de VTM

Tramo	Volúmenes de servicio en TPDA				
	A	B	C	D	E
Tramo 1	20,487	28,207	35,095	-	-
Tramo 2	19,956	27,024	-	-	-
Tramo 3	17,087	23,078	28,769	-	-
Tramo 4	15,561	21,402	26,457	-	-
Tramo 5	15,356	21,124	26,478	-	-
Tramo 6	No se tiene información sobre el cambio de nivel de servicio estando siempre en A en la serie de VTM				
Tramo 7	No se tiene información sobre el cambio de nivel de servicio estando siempre en A en la serie de VTM				

Fuente: Cal y Mayor, 2024 con información de VTM.

Teniendo en cuenta lo anterior y a partir de los volúmenes estimados por Cal y Mayor en los tres escenarios (pesimista, base y optimista) de la serie de pronóstico se puede establecer los años en los que el TPDA alcanzaría el volumen de servicio pasando de un nivel de servicio a otro para cada uno de los pronósticos.

Figura 11-1. Año de cambio de nivel de servicio

COD. TRA.	Pronóstico	LOS Metodología VTM / AÑO DE CAMBIO					
		A	B	C	D	E	F
1	Pesimista	2023	2046	2061			
	Base	2023	2041	2053	2061		
	VTM	2023	2038	2048	2056		
	Optimista	2023	2039	2048	2054		
2	Pesimista	2023	2059				
	Base	2023	2051	2062			
	VTM	2023	2040	2054			
	Optimista	2023	2046	2055			
3	Pesimista	2023	2033	2045	2056		
	Base	2023	2032	2041	2048		
	VTM	2023	2030	2038	2048		
	Optimista	2023	2031	2038	2044		
4	Pesimista	2023	2049				
	Base	2023	2044	2055	2062		
	VTM	2023	2041	2051	2059		
	Optimista	2023	2041	2049	2055		
5	Pesimista	2023	2049				
	Base	2023	2044	2055	2063		
	VTM	2023	2041	2051	2060		
	Optimista	2023	2041	2049	2055		
6	Pesimista	2023					
	Base	2023					
	VTM	2023					
	Optimista	2023					
7	Pesimista	2023					
	Base	2023					
	VTM	2023					
	Optimista	2023					

Fuente: Cal y Mayor, 2024 con información de VTM

De la figura anterior se identifica que en el escenario optimista de Cal y Mayor los años en los que se da el cambio de nivel de servicio es muy cercano a lo estimado por VTM, de igual forma en ambos escenarios los tramos 1 al 5, los cuales corresponden a una vía de dos carriles de la Autopista Amozoc–Perote, alcanzan niveles de servicio C o D lo que resulta en vías de este tipo en aumentos notables en la formación de grupos vehiculares y la frecuencia de zonas de no rebase, disminuyendo significativamente la capacidad de rebase y la velocidad de circulación. Por otro lado, con el escenario base de Cal y Mayor se observa que el cambio de los niveles de servicio se retrasa entre 5 y 9 años en los distintos tramos respecto al escenario de VTM siendo el tramo 3 el más crítico alcanzando el nivel de servicio D en el mediano plazo (2048); este retraso se debe a la diferencia en las tasas de crecimiento entre el escenario base de Cal y Mayor y la serie del asesor del Vendedor.

Por otro lado, se puede realizar un ejercicio similar al anterior considerando los volúmenes horarios de servicio estimados por la SICT para cada uno de los tramos de análisis de la concesión GANA teniendo en cuenta la publicación *CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO EN LA RED FEDERAL DE CARRETERAS (2022)* de la SICT de la cual se extrae el siguiente fragmento correspondiente a los activos de la concesión.

Figura 11-2. Niveles de servicios en los activos publicados por la SICT

Car.: Amozoc - Perote (Cuota)						Red: Federal Cuota						
TRAMO	Km	V.H.	Porcentaje		T t	# C	VOLÚMENES DE SERVICIO					N S
			B	Cam			A	B	C	D	E	
T. C. Puebla - Córdoba (Cuota) - Plaza de Cobro Amozoc	0.68	976	6%	17%	P	2	282	513	826	1,330	2,119	D
Plaza de Cobro Amozoc - Lim. Edos. Term. Pue. Ppia. Tlax.	20.08	956	5%	18%	L	2	153	314	534	791	1,309	E
Lim. Edos. Term. Tlax. Ppia. Pue. - Lim. Edos. Term. Pue. Ppia. Tlax.	31.26	751	6%	17%	M	2	77	144	253	360	673	F
Lim. Edos. Term. Tlax. Ppia. Pue. - Lim. Edos. Term. Pue. Ppia. Tlax.	38.93	751	6%	17%	M	2	77	144	253	360	673	F
Lim. Edos. Term. Tlax. Ppia. Pue. - T. Der. Oriental	61.45	891	6%	18%	L	2	153	312	530	788	1,304	E
T. Der. Oriental - T. Izq. Teziutlán	62.70	1,075	9%	25%	L	2	132	265	449	669	1,107	E
T. Izq. Teziutlán - X. C. Tepeyahualco - Cantoná	80.10	736	10%	30%	L	2	120	236	401	600	992	E
X. C. Tepeyahualco - Cantoná - Lim. Edos. Term. Pue. Ppia. Ver.	90.36	905	9%	25%	L	2	131	263	446	665	1,101	E

Car.: Libramiento de Perote (Cuota)						Red: Federal Cuota						
TRAMO	Km	V.H.	Porcentaje		T t	# C	VOLÚMENES DE SERVICIO					N S
			B	Cam			A	B	C	D	E	
T. C. San Hipólito - Xalapa Poniente - T. C. Amozoc - Perote (Cuota)	6.40	181	5%	46%	P	4	1,757	2,928	3,905	4,637	4,881	A
T. C. Amozoc - Perote (Cuota) - T. Der. Perote	9.60	726	9%	28%	P	4	2,114	3,524	4,698	5,579	5,873	A
T. Der. Perote - T. C. San Hipólito - Xalapa Oriente	17.80	1,009	4%	23%	P	4	2,242	3,737	4,982	5,917	6,228	A

Fuente: Publicación de la SICT: CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO EN LA RED FEDERAL DE CARRETERAS (2022).

A partir de lo anterior, se pueden establecer los volúmenes horarios máximos para cada nivel de servicio según el tramo de estudio como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 11-2. Volumen horario de servicio bajo la metodología de la SICT

Tramo	Estación SICT	Volúmenes horarios de servicio				
		A	B	C	D	E
Tramo 1	Car. Amozoc – Perote (Cuota) 20.08 km	153	314	534	791	1,309
Tramo 2	Car. Amozoc – Perote (Cuota) 31.26 km	77	144	253	360	673
Tramo 3	Car. Amozoc – Perote (Cuota) 61.45 km	153	312	530	788	1,304
Tramo 4	Car. Amozoc – Perote (Cuota) 80.10 km	120	236	401	600	992
Tramo 5	Car. Amozoc – Perote (Cuota) 90.36 km	131	263	446	665	1,101
Tramo 6	Car. Libramiento de Perote (Cuota) 6.40 km	1,757	2,928	3,905	4,637	4,881
Tramo 7	Car. Libramiento de Perote (Cuota) 9.60 km	2,114	3,524	4,698	5,579	5,873

Fuente: Cal y Mayor, 2024 con información de la SICT.

Teniendo en cuenta lo anterior y a partir de los volúmenes horarios estimados por Cal y Mayor, multiplicando el volumen horario de la serie tráfico desarrollada por Cal y Mayor con los porcentajes de la 100va. hora pico por tramo proporcionados por la concesionaria, en los tres escenarios (pesimista, base y optimista) de la serie de pronóstico se puede establecer los años en los que el volumen horario alcanzaría el volumen de servicio estimado por la SICT pasando de un nivel de servicio a otro para cada uno de los pronósticos.

Figura 11-3. Año de cambio de nivel de servicio

COD. TRA.	Pronóstico	LOS Metodología SICT / AÑO DE CAMBIO					
		A	B	C	D	E	F
1	Pesimista					2023	2031
	Base					2023	2031
	Optimista					2023	2030
2	Pesimista	A	B	C	D	E	F
	Base						2023
	Optimista						2023
3	Pesimista						2023
	Base						2023
	Optimista						2023
4	Pesimista	A	B	C	D	E	F
	Base					2023	2026
	Optimista					2023	2025
5	Pesimista	A	B	C	D	E	F
	Base					2023	2029
	Optimista					2023	2028
6	Pesimista					2023	
	Base					2023	
	Optimista					2023	
7	Pesimista	A	B	C	D	E	F
	Base					2023	
	Optimista					2023	

Fuente: Cal y Mayor, 2024 con información de VTM

De la figura anterior se identifica que en todos los escenarios la Autopista Amozoc–Perote está operando actualmente en un nivel de servicio E o F alcanzando el nivel F en toda la vía en el corto plazo; lo anterior implica que en condiciones de la hora de máxima demanda la vía este próxima a su capacidad haciendo que la maniobra de rebase sean prácticamente imposibles y que el porcentaje de tiempo consumido en seguimiento sea mayor al 80%, según los parámetros definidos por I SICT. Por otro lado, el Libramiento de Perote actualmente está operando en óptimas condiciones y se pronóstica que estas condiciones no cambien en el horizonte de operación debido al bajo volumen del activo que combinado con la capacidad que tiene al ser una vía multicarril tipo A4 permite a los usuarios transitar a velocidades cercanas a la velocidad de flujo libre.

Con los resultados expuestos anteriormente se observa una discrepancia en los niveles de servicio estimados por cada una de las metodologías teniendo en cuenta los volúmenes del año base, por lo que se puede inferir que existen diferencias en los supuestos usados para cada una de ellas. Para conocer y analizar las diferencias metodológicas existentes es necesario contar con más información del proceso metodológico seguido por VTM.

12 PROBABILIDAD DE CUMPLIMIENTO

La estimación de la probabilidad de cumplimiento toma como base los modelos estimados y las variables explicativas del tránsito resultante del escenario base. Esta metodología utiliza el método de la Simulación Montecarlo la cual estima una distribución de probabilidad para las variables socioeconómicas consideradas como explicativas del tránsito de la vía. En los apartados siguientes se describen los pasos que conforman este ejercicio.

12.1 METODOLOGÍA DE PROBABILIDAD DE CUMPLIMIENTO

12.1.1 Análisis del comportamiento histórico de las variables

Con base en los modelos econométricos calibrados, se recopila información histórica del PIB, publicada por el INEGI para el periodo 1970-2020. A partir de la información histórica, se analiza su comportamiento construyendo histogramas de frecuencias de sus tasas de crecimiento para periodos de un año, dos años, etc., posteriormente se selecciona en cada caso, mediante pruebas estadísticas de bondad de ajuste, la distribución de probabilidad que parametriza la información de las tasas observadas.

El procedimiento descrito fue aplicado para cada serie y de esta manera, se obtienen las distintas distribuciones de probabilidad de las tasas de crecimiento para las variables explicativas utilizadas en los modelos econométricos.

12.1.2 Simulación de valores aleatorios de las variables explicativas

Utilizando las distribuciones de probabilidad ajustadas para las tasas de crecimiento, obtenidas en el punto anterior, se extraen de cada un 100,000 valor aleatorio utilizando la técnica de simulación de Montecarlo.

La técnica de Montecarlo es uno de los métodos más utilizados para la simulación por computadora de experimentos numéricos. Puede ser definida como un método para generar muestras aleatorias de datos basados en alguna distribución de probabilidad, permitiendo conocer el nivel de confianza que tiene cierta cantidad, así como la obtención de escenarios para cualquier nivel de percentil deseado entre 0% y 100%.

Las características principales de la simulación Montecarlo son las siguientes:

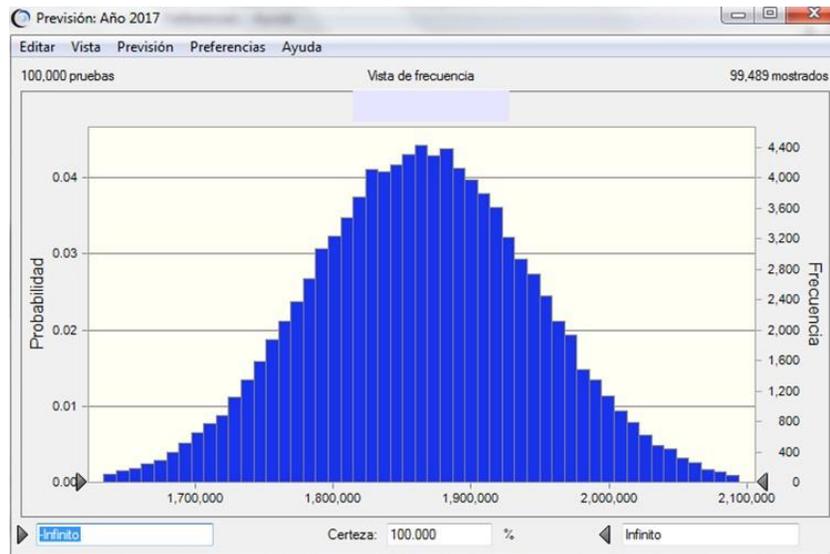
- Generación de muestras aleatorias.
- La distribución inicial es conocida. Esta distribución puede estar basada en alguna distribución teórica o bien en observaciones reales.
- Número de iteraciones suficientemente grande. Es necesario obtener muchas muestras antes de generar algún resultado. Un simple experimento de la simulación probablemente dará resultados erróneos, ya que el algoritmo de Montecarlo está basado en la Ley de los Grandes Números.

El procedimiento descrito es repetido varias veces, de tal manera que se obtienen valores que se concentran cada vez más en la región central de la distribución que se va generado, mientras que los valores menos probables, se sitúan en las regiones extremas.

12.1.3 Obtención de distribuciones de probabilidad y percentiles de las variables explicativas

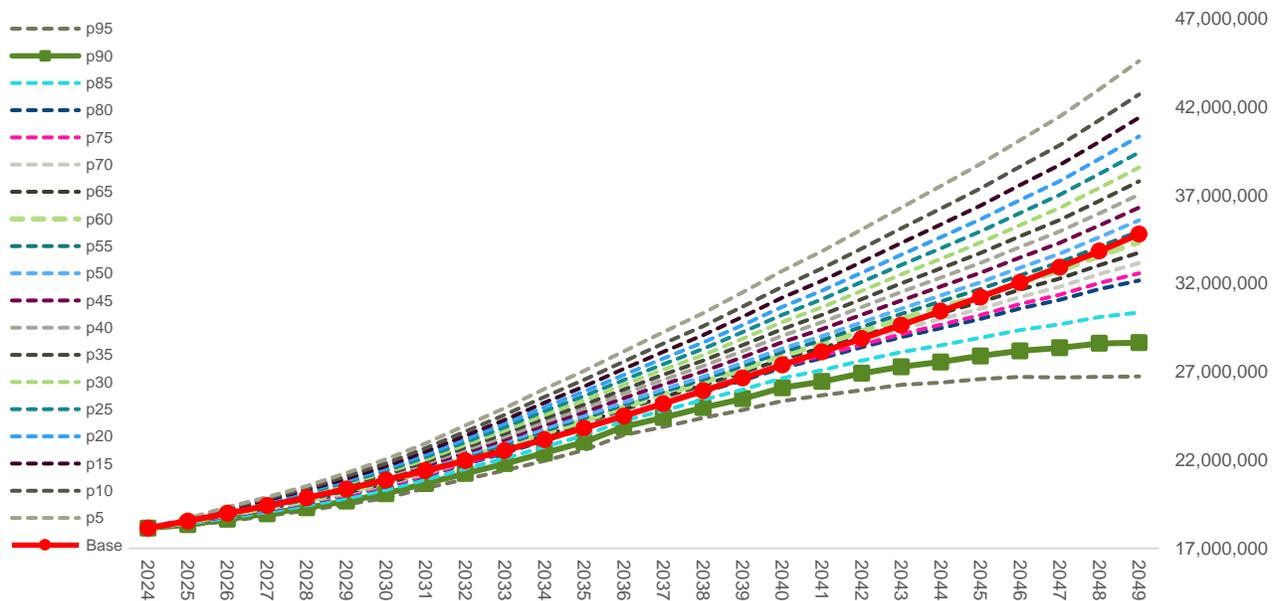
Con las distribuciones de probabilidad de las variables explicativas simuladas para cada año del horizonte de pronóstico, se han logrado identificar escenarios alternos para distintos niveles de confianza. A manera de ejemplo, en las siguientes figuras se muestran la distribución de la probabilidad de la variable explicativa empleada para el pronóstico del tráfico; así como la representación gráfica de las trayectorias que siguen los percentiles calculados para la distribución del PIB, en la cual es posible observar los escenarios entre los niveles de confianza del 10% y el 90%.

Figura 12-1. Distribución de probabilidad para el PIB



Fuente: Cal y Mayor, 2024

Figura 12-2. Escenarios del PIB por niveles de confianza (2015-2050)



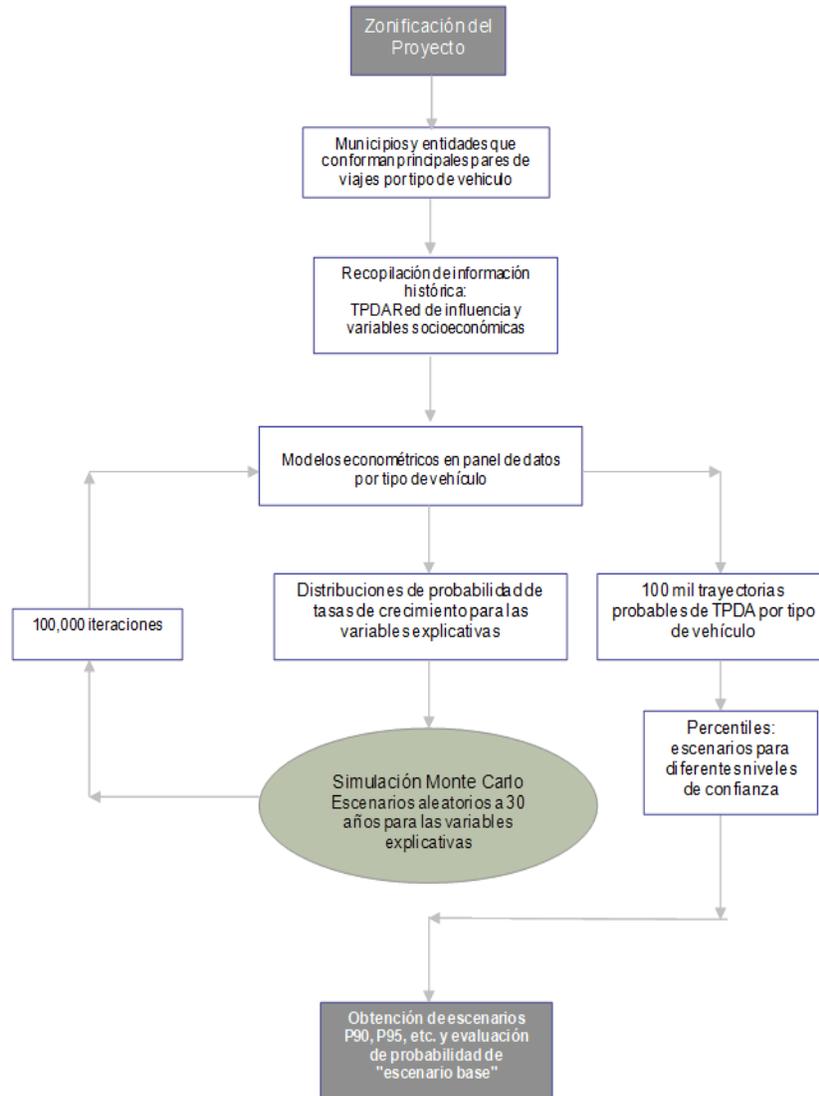
Fuente: Cal y Mayor, 2024

12.1.4 Obtención de escenarios para diferentes niveles de confianza

A partir de los niveles de percentiles obtenidos para la variable explicativa en el tiempo, es posible determinar las series del tránsito y el pronóstico para el escenario de nivel de confianza en el horizonte 2024 – 2054.

La siguiente figura resume de forma general la metodología utilizada para la obtención de los umbrales de riesgo.

Figura 12-3 Desarrollo del análisis de probabilidad de cumplimiento



Fuente: Cal y Mayor, 2024

Una vez descrita la metodología a utilizar en la estimación de los modelos econométricos y de probabilidad en los siguientes apartados se muestran los resultados y las variables utilizadas en el escenario.

12.2 TASAS DE CRECIMIENTO ESCENARIO P90

A continuación, se presentan los resultados para las tasas y aforos e ingresos de crecimiento obtenidos para el percentil 90.

Tabla 12-1. Estimación de tasas percentil 90

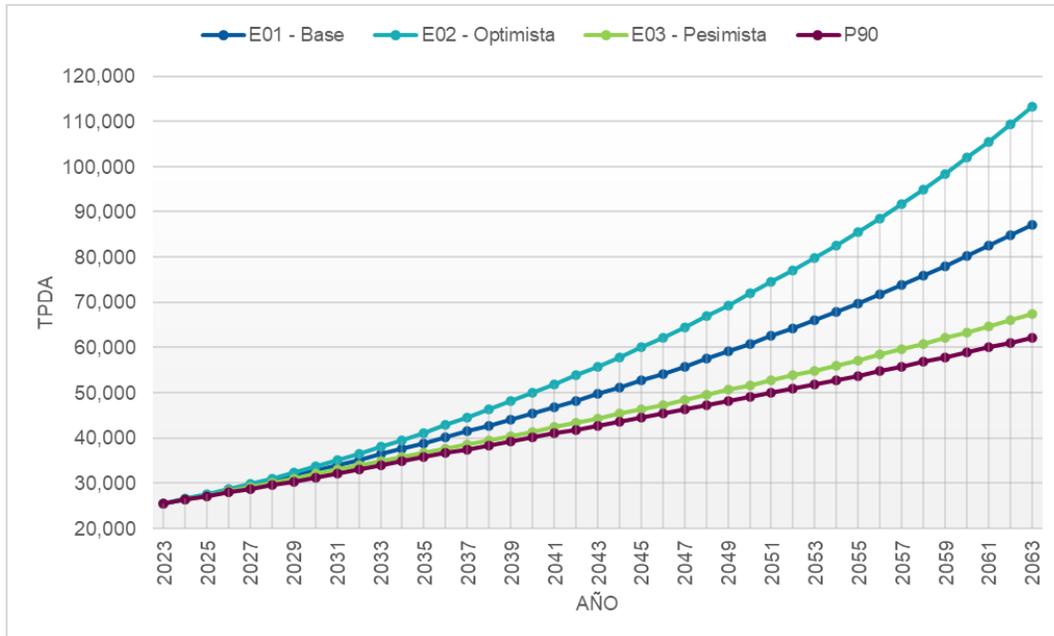
Años	Base_Autopista					Base_Libramiento					Base_Audi				
	Au	B	CU	CA1	CA2	Au	B	CU	CA1	CA2	Au	B	CU	CA1	CA2
2024	1.6%	9.7%	5.4%	5.7%	9.9%	2.3%	3.0%	2.4%	1.8%	0.9%	1.1%	1.4%	1.8%	1.3%	1.5%
2025	2.2%	9.7%	4.0%	4.7%	6.0%	1.5%	1.5%	1.6%	1.4%	1.2%	1.8%	1.3%	1.4%	1.3%	1.4%
2026	2.3%	9.7%	2.8%	3.6%	4.0%	1.1%	0.8%	1.0%	1.1%	1.1%	1.5%	1.3%	1.0%	1.1%	1.1%
2027	2.6%	3.1%	2.7%	2.8%	3.7%	0.9%	0.4%	0.9%	1.0%	1.0%	1.2%	1.3%	0.9%	0.9%	0.9%
2028	2.7%	3.0%	3.0%	3.5%	3.5%	0.8%	0.2%	0.9%	1.0%	1.0%	1.4%	1.3%	0.9%	1.0%	1.0%
2029	2.7%	2.9%	2.9%	3.4%	3.4%	0.9%	0.1%	0.9%	0.9%	0.9%	1.4%	1.3%	0.9%	1.1%	1.1%
2030	2.6%	2.8%	2.8%	3.1%	3.1%	0.9%	0.1%	0.8%	0.8%	0.8%	1.3%	1.3%	0.9%	1.2%	1.2%
2031	2.8%	2.8%	2.9%	3.1%	3.2%	0.9%	0.0%	0.8%	0.8%	0.8%	1.4%	1.2%	0.9%	1.1%	1.1%
2032	2.7%	2.7%	3.2%	3.1%	3.1%	0.8%	0.0%	0.8%	0.8%	0.8%	1.3%	1.2%	0.8%	1.0%	1.0%
2033	2.6%	2.6%	3.0%	3.0%	3.0%	0.8%	0.0%	0.8%	0.8%	0.8%	1.1%	1.2%	0.8%	1.0%	1.0%
2034	2.6%	2.6%	2.9%	2.9%	2.9%	0.8%	0.0%	0.8%	0.8%	0.8%	1.1%	1.2%	0.8%	1.0%	1.0%
2035	2.6%	2.5%	2.8%	2.9%	3.0%	0.8%	0.0%	0.8%	0.8%	0.8%	1.2%	1.2%	0.8%	1.0%	1.0%
2036	2.4%	2.4%	2.9%	2.7%	2.7%	0.6%	0.0%	0.7%	0.7%	0.7%	1.1%	1.2%	0.7%	0.9%	0.9%
2037	2.3%	2.4%	2.6%	2.6%	2.6%	0.6%	0.0%	0.7%	0.7%	0.7%	0.9%	1.2%	0.7%	0.9%	0.9%
2038	2.2%	2.3%	2.3%	2.5%	2.5%	0.7%	0.0%	0.7%	0.7%	0.7%	0.9%	1.1%	0.7%	0.9%	0.9%
2039	2.1%	2.3%	2.7%	2.4%	2.4%	0.6%	0.0%	0.7%	0.6%	0.6%	1.0%	1.1%	0.7%	0.9%	0.9%
2040	2.1%	2.2%	2.7%	2.4%	2.4%	0.7%	0.0%	0.8%	0.7%	0.7%	1.0%	1.1%	0.7%	0.9%	0.9%
2041	2.1%	2.2%	2.5%	2.4%	2.4%	0.7%	0.0%	0.7%	0.7%	0.7%	1.0%	1.1%	0.8%	1.0%	1.0%
2042	2.1%	2.1%	2.3%	2.4%	2.4%	0.7%	0.0%	0.7%	0.6%	0.6%	1.0%	1.1%	0.7%	0.9%	0.9%
2043	2.1%	2.1%	2.3%	2.4%	2.4%	0.6%	0.0%	0.6%	0.6%	0.6%	0.9%	1.1%	0.6%	0.8%	0.8%
2044	2.0%	2.0%	2.2%	2.3%	2.3%	0.9%	0.0%	0.6%	0.8%	0.8%	0.9%	1.1%	0.6%	0.8%	0.8%
2045	2.0%	2.0%	2.1%	2.3%	2.3%	0.9%	0.0%	0.6%	0.8%	0.8%	0.9%	1.1%	0.6%	0.8%	0.8%
2046	1.8%	2.0%	2.4%	2.1%	2.1%	0.8%	1.0%	0.6%	0.7%	0.7%	0.8%	1.0%	0.6%	0.7%	0.7%
2047	1.9%	1.9%	2.0%	2.2%	2.2%	0.7%	1.0%	0.5%	0.7%	0.7%	0.7%	1.0%	0.5%	0.7%	0.7%
2048	1.9%	1.9%	2.3%	2.2%	2.2%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
2049	1.9%	1.9%	1.9%	2.2%	2.2%	0.7%	1.0%	0.5%	0.7%	0.7%	0.7%	1.0%	0.5%	0.7%	0.7%
2050	1.8%	1.8%	2.2%	2.1%	2.1%	0.9%	1.0%	0.5%	0.7%	0.7%	0.9%	1.0%	0.5%	0.7%	0.7%
2051	1.8%	1.8%	2.1%	2.1%	2.1%	0.8%	1.0%	0.5%	0.7%	0.7%	0.8%	1.0%	0.5%	0.7%	0.7%
2052	1.7%	1.8%	1.8%	2.0%	2.0%	0.7%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.7%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
2053	1.7%	1.7%	1.7%	2.0%	2.0%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
2054	1.7%	1.7%	2.2%	2.1%	2.1%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
2055	1.7%	1.7%	2.2%	2.1%	2.1%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
2056	1.7%	1.7%	2.2%	2.1%	2.1%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
2057	1.8%	1.7%	2.2%	2.1%	2.1%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
2058	1.8%	1.7%	2.2%	2.1%	2.1%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
2059	1.8%	1.7%	2.2%	2.1%	2.1%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
2060	1.8%	1.7%	2.2%	2.1%	2.1%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
2061	1.8%	1.7%	2.2%	2.1%	2.1%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
2062	1.8%	1.7%	2.2%	2.1%	2.1%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
2063	1.8%	1.7%	2.2%	2.1%	2.1%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%	0.8%	1.0%	0.5%	0.6%	0.6%
TMCA	2.1%	2.7%	2.5%	2.6%	2.8%	0.9%	0.3%	0.9%	0.9%	0.8%	1.2%	1.1%	0.8%	1.0%	1.0%

Fuente: Cal y Mayor, 2024 con información de VTM

12.3 PRONÓSTICOS DE AFOROS E INGRESOS ESCENARIO P90

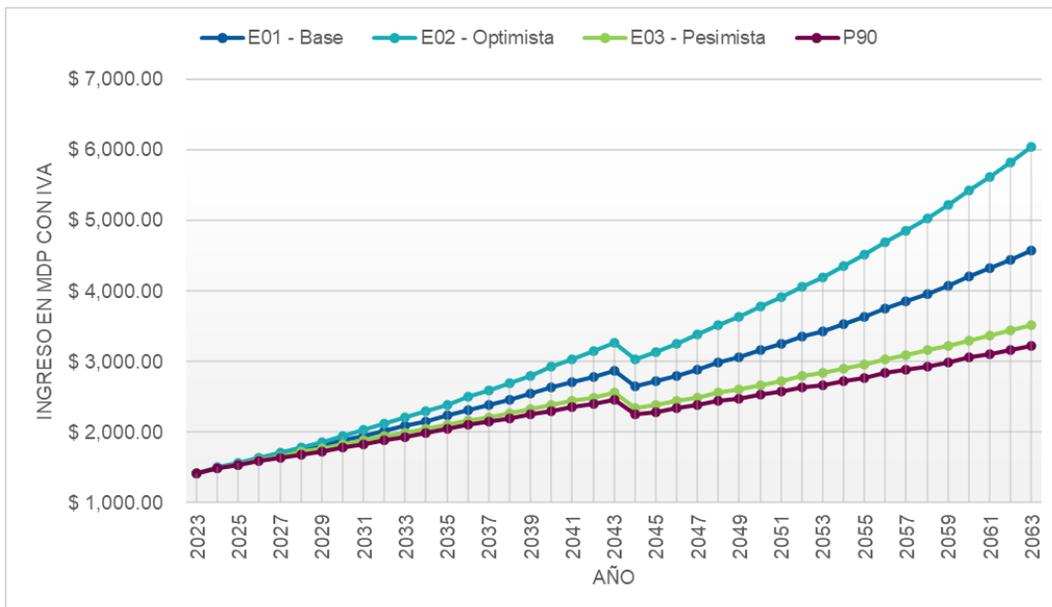
A continuación, se presentan los pronósticos de aforo e ingreso correspondientes a los tres escenarios previamente descritos junto con la probabilidad de cumplimiento P90. Para la autopista Amozoc – Perote se tuvo en cuenta lo registrado en las casetas troncales (T1, T2 y T3) en el horizonte de operación correspondiente.

Figura 12-4. Serie de aforos para la autopista Amozoc – Perote con probabilidad de cumplimiento P90



Fuente: Cal y Mayor, 2024

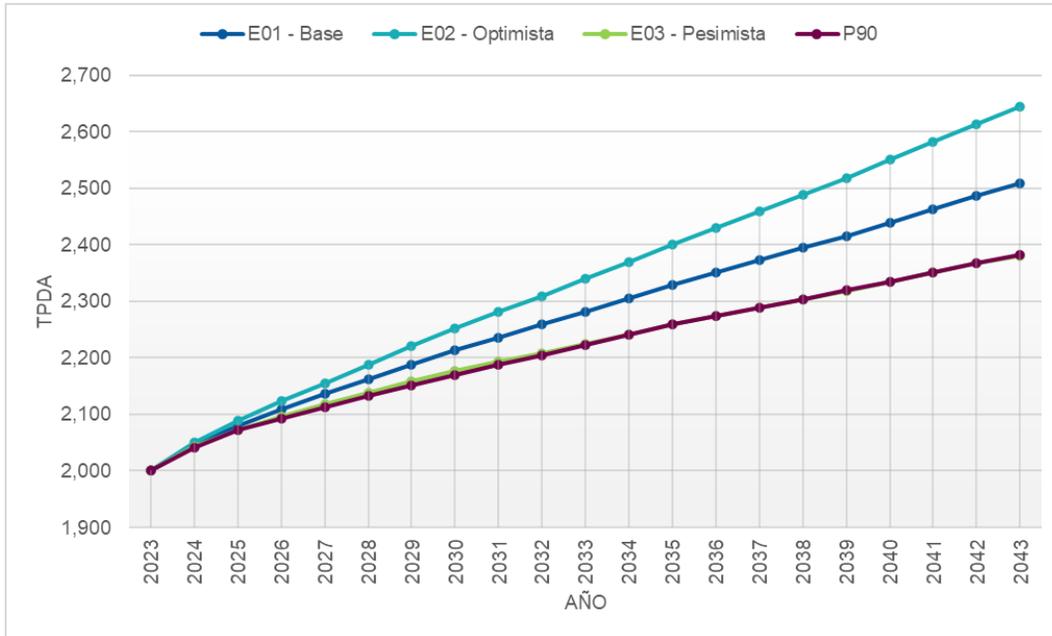
Figura 12-5. Serie de ingresos para la autopista Amozoc – Perote con probabilidad de cumplimiento P90



Fuente: Cal y Mayor, 2024

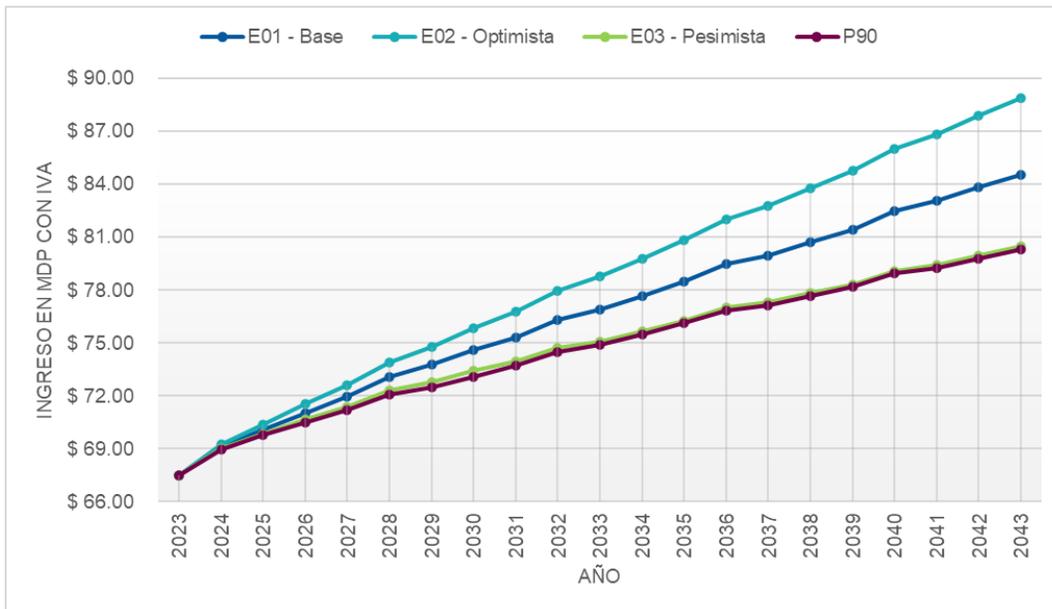
Por otro lado, a continuación se muestran los resultados del TPDA e ingresos del Libramiento de Perote en el horizonte de operación correspondiente.

Figura 12-6. Serie de aforos para el Libramiento de Perote con probabilidad de cumplimiento P90



Fuente: Cal y Mayor, 2024

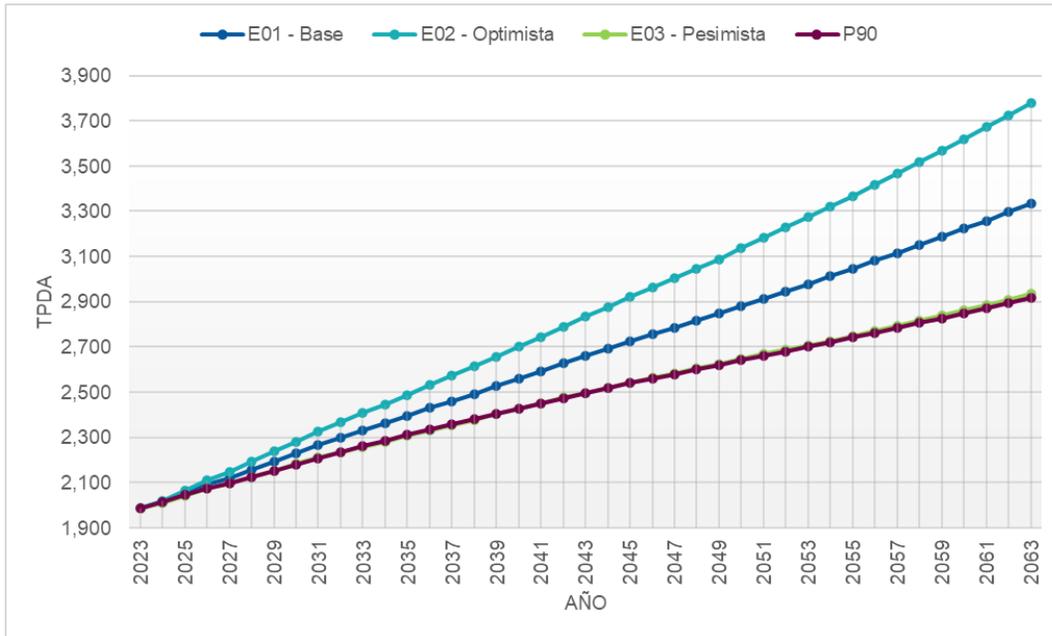
Figura 12-7. Serie de ingresos para el Libramiento de Perote con probabilidad de cumplimiento P90



Fuente: Cal y Mayor, 2024

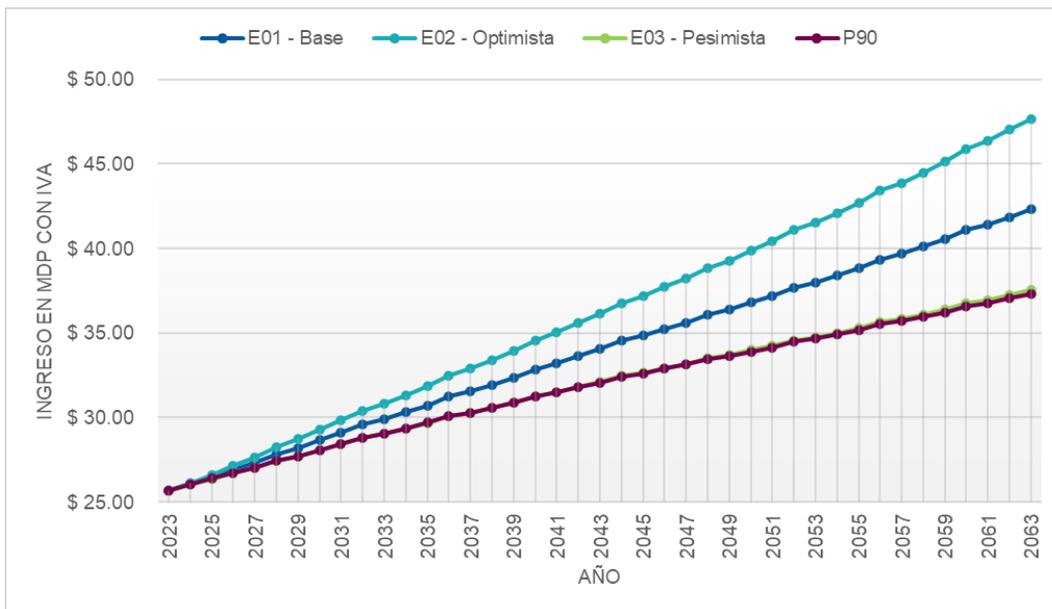
Finalmente, dado que para la caseta de AUDI se generó un modelo econométrico propio debido a su dinámica particular, explicada en detalle en el apartado 3.2 del presente documento, a continuación se muestran los resultados del TPDA e ingresos de esta en el horizonte de operación correspondiente.

Figura 12-8. Serie de aforos para la caseta Audi con probabilidad de cumplimiento P90



Fuente: Cal y Mayor, 2024

Figura 12-9. Serie de ingresos para la caseta Audi con probabilidad de cumplimiento P90



Fuente: Cal y Mayor, 2024

12.4 SÍNTESIS SERIE DE PRONÓSTICOS DE AFOROS E INGRESOS ESCENARIO P90

En el presente apartado se expone la serie de pronóstico de aforos e ingresos resumida cada quinquenio para los activos de la concesión para el escenario de probabilidad de cumplimiento P90.

A continuación, se presenta el resumen cada cinco años de la serie de aforos e ingresos para el escenario P90 para la Autopista Amozoc – Perote tomando en cuenta solo los cruces de las casetas troncales (T1, T2 y T3).

Tabla 12-2. Serie de aforos e ingresos para la Autopista Amozoc – Perote, escenario P90

Año	TPDA						Ingresos con IVA (millones \$/año)*					
	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total
2023	17,963	1,167	2,316	2,528	1,376	25,350	\$ 711.3	\$ 77.9	\$ 161.5	\$ 251.7	\$ 206.8	\$ 1,409.2
2028	20,112	1,636	2,757	3,082	1,788	29,376	\$ 798.6	\$ 109.5	\$ 192.8	\$ 307.7	\$ 269.5	\$ 1,678.1
2033	22,957	1,876	3,190	3,596	2,087	33,706	\$ 909.1	\$ 125.2	\$ 222.5	\$ 358.0	\$ 313.6	\$ 1,928.4
2038	25,846	2,115	3,644	4,116	2,389	38,110	\$ 1,023.5	\$ 141.1	\$ 254.1	\$ 409.8	\$ 359.0	\$ 2,187.6
2043	28,702	2,355	4,119	4,639	2,692	42,506	\$ 1,136.6	\$ 157.1	\$ 287.2	\$ 461.8	\$ 404.7	\$ 2,447.4
2048	31,592	2,594	4,593	5,175	3,004	46,959	\$ 1,149.2	\$ 157.0	\$ 287.4	\$ 449.3	\$ 385.2	\$ 2,428.1
2053	34,556	2,833	5,059	5,733	3,329	51,510	\$ 1,253.6	\$ 171.0	\$ 315.7	\$ 496.4	\$ 425.6	\$ 2,662.2
2058	37,686	3,082	5,641	6,349	3,687	56,445	\$ 1,367.1	\$ 186.1	\$ 352.0	\$ 549.7	\$ 471.4	\$ 2,926.3
2063	41,110	3,353	6,293	7,033	4,085	61,875	\$ 1,491.3	\$ 202.4	\$ 392.7	\$ 608.9	\$ 522.3	\$ 3,217.7
TCMA 2024-2043												
	2.4%	3.6%	2.9%	3.1%	3.4%	2.6%						
TCMA 2024-2063												
	2.1%	2.7%	2.5%	2.6%	2.8%	2.3%						

Fuente: Elaborado por Cal y Mayor Asociados

*Nota: Los valores presentados se encuentran en pesos constantes

Por otro lado, a continuación se presenta el resumen cada cinco años de la serie de aforos e ingresos para el escenario P90 para el Libramiento de Perote tomando en cuenta los cruces de la caseta T4.

Tabla 12-3. Serie de aforos e ingresos para el Libramiento de Perote, escenario P90

Año	TPDA						Ingresos con IVA (millones \$/año)*					
	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total
2023	728	11	515	561	179	1,994	\$ 14.4	\$ 0.4	\$ 17.0	\$ 24.7	\$ 11.0	\$ 67.4
2028	777	12	551	597	188	2,125	\$ 15.4	\$ 0.4	\$ 18.2	\$ 26.3	\$ 11.6	\$ 72.0
2033	810	12	575	622	196	2,215	\$ 16.0	\$ 0.4	\$ 18.9	\$ 27.4	\$ 12.1	\$ 74.8
2038	839	12	596	646	204	2,297	\$ 16.6	\$ 0.4	\$ 19.7	\$ 28.4	\$ 12.5	\$ 77.6
2043	868	12	617	667	210	2,375	\$ 17.2	\$ 0.4	\$ 20.3	\$ 29.3	\$ 13.0	\$ 80.2
TCMA 2024-2043												
	0.9%	0.3%	0.9%	0.9%	0.8%	0.9%						

Fuente: Elaborado por Cal y Mayor Asociados

*Nota: Los valores presentados se encuentran en pesos constantes

Finalmente, a continuación se presenta el resumen cada cinco años de la serie de aforos e ingresos para el escenario P90 para la caseta de AUDI.

Tabla 12-4. Serie de aforos e ingresos para la caseta Audi, escenario P90

Año	TPDA						Ingresos con IVA (millones \$/año)*					
	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total
2023	1,355	206	100	301	18	1,980	\$ 13.4	\$ 3.4	\$ 1.6	\$ 6.6	\$ 0.6	\$ 25.6
2028	1,453	220	106	318	19	2,116	\$ 14.4	\$ 3.6	\$ 1.8	\$ 7.0	\$ 0.6	\$ 27.4
2033	1,550	234	111	336	20	2,250	\$ 15.3	\$ 3.9	\$ 1.8	\$ 7.4	\$ 0.6	\$ 29.0
2038	1,632	248	115	352	21	2,369	\$ 16.1	\$ 4.1	\$ 1.9	\$ 7.7	\$ 0.7	\$ 30.5
2043	1,714	262	119	368	22	2,485	\$ 17.0	\$ 4.3	\$ 2.0	\$ 8.1	\$ 0.7	\$ 32.0
2048	1,786	276	122	381	23	2,588	\$ 17.7	\$ 4.6	\$ 2.0	\$ 8.4	\$ 0.7	\$ 33.4
2053	1,857	290	125	394	24	2,689	\$ 18.4	\$ 4.8	\$ 2.1	\$ 8.7	\$ 0.7	\$ 34.6

Año	TPDA						Ingresos con IVA (millones \$/año)*					
	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total	AU	Bus	CU	CA1	CA2	Total
2058	1,931	304	129	406	24	2,794	\$ 19.1	\$ 5.0	\$ 2.1	\$ 8.9	\$ 0.8	\$ 35.9
2063	2,009	319	132	419	25	2,903	\$ 19.9	\$ 5.3	\$ 2.2	\$ 9.2	\$ 0.8	\$ 37.3
TCMA 2024-2043												
	1.2%	1.2%	0.9%	1.0%	1.0%	1.1%						
TCMA 2024-2063												
	1.0%	1.1%	0.7%	0.8%	0.8%	1.0%						

Fuente: Elaborado por Cal y Mayor Asociados

*Nota: Los valores presentados se encuentran en pesos constantes

13 CONCLUSIONES

- Desde el 2009 hasta el año 2023, las casetas troncales de la autopista mostraron un tránsito promedio diario anual (AADT, por sus siglas en inglés) de 16,000 vehículos hasta 25,500, lo que representa un crecimiento con un CAGR del 3.3%
- El tránsito de la autopista en el periodo analizado ha estado impactado por diferentes acontecimientos como son la construcción y entrada en operación de la planta de Audi en el año 2015, el desarrollo habitacional de la Ciudad Modelo (2016 y 2017), el complejo militar la célula y la ampliación del puerto de Veracruz en sus diferentes etapas (2015 - 2022).
- En cuanto al impacto del cierre de actividades debido al confinamiento por COVID-19, la autopista sufrió una caída en su tránsito de aproximadamente 5,500 vehículos, siendo los más afectados los autobuses y vehículos ligeros, mientras que los camiones unitarios y articulados II se mantuvieron en sus niveles naturales.
- Contabilizando todos los cruces de las casetas de la concesión se observa una recuperación del volumen prepandemia, sin embargo, al analizar en detalle cada uno de los tramos de la concesión se identifica que entre los tronques Amozoc y Cuapiaxtla, es decir los tramos 1 y 2, el tráfico esta aproximadamente un 5% debajo del registrado en 2019 siendo los únicos que no registran la recuperación esperada. Se ha reconocido que esta condición se debe al estancamiento y caída de la caseta de AUDI, puesto que tras el análisis de los tránsitos y del comportamiento de sus detonantes se puede observar una demanda estable desde 2021 y su dinámica de desarrollo en el futuro estará supeditada a la actividad en los centros industriales y de las etapas habitacionales que quedan por concluir en la Ciudad Modelo.
- Entre el 2009 y el año 2023 la vía ha experimentado un cambio en su composición vehicular, donde se puede observar un incremento en la participación de camiones unitarios y articulados en el total del tránsito, pasando del 11% en 2009 al 24% en 2024 en promedio.
- El tránsito del Libramiento de Perote muestra un comportamiento muy diferente al de la autopista Amozoc Perote, debido a que este no comparte el flujo troncal que proviene de centro del país hacia el puerto de Veracruz, por lo que el desarrollo de este activo obedece a una conectividad de regiones económicas menos dinámicas.

Crecimiento histórico del Libramiento						
Periodo	Autos	Buses	CU	CAI	CAII	Total
CAGR 19-09	-3.2%	-6.2%	-2.3%	-1.4%	-4.2%	-2.6%
CAGR 23-09	-1.1%	-3.8%	-0.8%	0.5%	-2.6%	-0.8%

- GANA presenta una tarifa superior al promedio nacional y regional en vehículos ligeros, autobuses y camiones unitarios en el caso de la autopista Amozoc – Perote. Sin embargo, en los camiones articulados se observa una oportunidad de incremento tarifario relevante respecto a las tarifas nacionales y regionales dado que GANA tiene un margen de aproximadamente 12% a la baja. Este margen, también es una ventaja competitiva respecto a las tarifas de la vía complementaria Perote – Xalapa, al ser un promedio de 33% más económicas que esta última.
- De acuerdo con un análisis realizado a partir de plataformas electrónicas, se encontró que la autopista Amozoc Perote y su corredor Perote Xalapa ofrece un ahorro de tiempo promedio de 45 min respecto al corredor de competencia (Amozoc Córdoba Veracruz), con una tarifa superior de 61% en vehículos ligeros 36% en camiones articulados II.
- De acuerdo con datos viales del año 2022, la autopista muestra una captación respecto al mercado total del 23% al 30%.

- En cuanto a los desarrollos que puedan impactar en un futuro de manera positiva en el tránsito de la autopista, uno de los más evidentes es la ampliación del Puerto de Veracruz, debido a que es uno de los destinos importantes del tránsito de largo recorrido. Se espera que este desarrollo termine su ampliación en el 2030 generando un incremento en su capacidad de recibir cargueros con mayor envergadura, lo que podría impactar en el tránsito de camiones de carga por la autopista.
- Se identifica una vía próxima a ser completada en un futuro, la autopista Cuapiaxtla – Cuacnopalan la cual fortalecerá el corredor Puebla - Oaxaca – Chiapas, teniendo flujos principales de tránsito Norte – Sur, los cuales se identifica no tengan un impacto en el tránsito de la Autopista Amozoc – Perote.
- La proyección a futuro del tránsito realizada supone una recuperación de los Autobuses en el año 2026 basado en el comportamiento que han mostrado los últimos años.
- En general el escenario realizado para el tránsito de la autopista supone una relación con la actividad económica de la zona (CDMX, Edo. Mex., Puebla, Tlaxcala y Veracruz), la cual refleja que el comportamiento del tránsito en futuro siga creciendo en el corto plazo con la dinámica histórica mostrada y para medio y largo plazo se espera que converja a una tasa del 3.1% siendo los vehículos de pesados los de mayor crecimiento.

Crecimientos estimados escenario base						
CAGR	Autos	Buses	CU	CAI	CAII	Total
2023 - 2027	2.7%	8.0%	4.4%	5.0%	7.0%	3.6%
2023 - 2033	3.2%	4.9%	4.1%	4.5%	5.3%	3.6%
2023 - 2043	3.1%	3.6%	3.8%	4.0%	4.4%	3.4%
2023 - 2063	2.9%	2.7%	3.5%	3.6%	3.8%	3.1%

- En el año 2044 se presentará una caída en los ingresos anuales de la Concesión y de la propia Autopista debido a la finalización de operaciones del Libramiento lo que implica un cambio en la longitud de cobro de las casetas T3 y A4 disminuyendo en 12 km para ambas casetas.
- Los vehículos ligeros suelen ser más sensibles a los incrementos tarifarios pues se ha identificado que en este tipo de vehículo en el periodo entre el 2009 y el 2024 que ante incrementos muy altos como los ocurridos en 2012, 2017 o 2018 el tráfico tiende estancarse o reducir la tasa de crecimiento respecto a la histórica hasta ese año. Debido a lo anterior, en el caso de autos, se incorporó en el modelo una variable que recoge el impacto de estos incrementos.
- En ninguno de los dos activos los vehículos de carga presentan un comportamiento del tráfico que pueda hasta la fecha atribuirse al incremento tarifario razón por la cual en los modelos de estas categorías no fue necesario utilizar una la variable dummy de control de tarifa.
- De acuerdo con el tránsito del escenario base y la metodología seguida en el estudio de referencia (VTM) la autopista estará operando los últimos 10 años de la proyección (2053 al 2063) con niveles de servicio C y D, a excepción del tramo III que alcanzará estas condiciones de operación en año 2041. Sin embargo, los niveles de servicio que probablemente pueda alcanzar la autopista pueden ser manejables desde diferentes estrategias que ayuden a mejorarlos como pueden ser los incrementos tarifarios totales o diferenciados por tipo de vehículo, por uso horario, por movimiento, o un incentivo al mayor uso del pago electrónico que incremente la velocidad en la vía y disminuya la congestión.
- Con respecto al Libramiento dadas las condiciones físicas de la vía (tipo A4) y que se espera no incrementen sus volúmenes de tránsito como la Autopista, el nivel de servicio de este permanecerá óptimo durante el horizonte de operación.

- Por otro lado, a partir de las calificaciones de los niveles de servicio analizados con la información de la SICT al año 2022, la Autopista está operando actualmente en nivel de servicio E para los tramos 1,4 y 5. y en F tramos 2 y 3. Debido a la diferencia entre las dos metodologías para el cálculo de niveles de servicio, se recomienda realizar un estudio más detallado en este tema.