ISSN 0188-7297

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Certificación ISO 9001:2015 ‡

CORREDOR DE TRANSPORTE QUERÉTARO-LEÓN: Análisis de escenarios de la huella de carbono del transporte interurbano de pasajeros y el potencial del transporte ferroviario

Jorge Ignacio Cordero Durán
Ricardo Eugenio Arredondo Ortiz

Publicación Técnica No. 495
San Fandila, Qro., 2017

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

CORREDOR DE TRANSPORTE QUERÉTARO-LEÓN: Análisis de escenarios de la huella de carbono del transporte interurbano de pasajeros y el potencial del transporte ferroviario

Publicación Técnica No. 495
San Fandila, Qro., 2017

Esta investigación fue realizada en la Coordinación de Integración del Transporte del Instituto Mexicano del Transporte, por el M.I. y M.E. Ricardo Eugenio Arredondo Ortiz y el M.I. Jorge Ignacio Cordero Durán.

Se agradece el apoyo brindado por el Dr. Carlos Daniel Martner Peyrelongue, Coordinador de Integración del Transporte del IMT, así como sus valiosos comentarios. También se agradece el apoyo brindado por la Ing. Sandra Álvarez Granados y el Ing. Víctor Olvera Fournier, del área de soporte técnico de la División de Telemática del IMT, por su paciente labor de conciliar los formatos del documento, de ODT a DOC y DOCX.

Contenido

Resumen x

Abstract xii

Introducción 1

Justificación 3

Objetivos 4

Hipótesis 4

Utilidad del proyecto 5

1 Antecedentes 7

1.1 Breve historia del transporte ferroviario en la región 7

1.2 Alternativas de movilidad actuales 14

1.3 Movimiento de pasajeros en el autotransporte 18

1.4 Movimiento de pasajeros por ferrocarril 21

1.5 Aforos viales 25

1.6 Parque vehicular 28

2 MARCO TEÓRICO 29

2.1 Eficiencia en la movilidad 29

2.2 Copert 4 29

2.3 Metodología 31

2.4 Tipos de contaminantes 33

2.4.1 Monóxido de carbono (CO) 35
2.4.2 Óxidos de nitrógeno (NO_X) 35
2.4.3 Óxido nitroso (N_2O) 36
2.4.4 Partículas 36
2.4.5 Dióxido de carbono (CO_2) 37
2.4.6 Dióxido de azufre (SO_2) 38
2.4.7 Metales pesados 39

2.5 Normativa europea en materia de emisiones (clasificación del parque vehicular) 40

2.6 Ventajas del transporte privado y costos 43

2.7 Ventajas del transporte masivo y sus costos 45

3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 46

3.1 Huella de carbono 46

3.2 Aforos viales presentes 47

3.3 Aforos viales futuros 49

3.4 Estimación del volumen de pasajeros en el corredor de estudio 51

4 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE EMISIONES CONTAMINANTES Y ANÁLISIS DE RESULTADOS 58

4.1 Datos para el programa de cálculo Copert 58

4.1.1 Longitud de tramos analizados 58
4.1.2 Tiempos de recorrido 60
4.1.3 Condiciones climatológicas 61
4.1.4 Volatilidad del combustible 62
4.1.5 Clasificación vehicular 65
4.1.6 Consumo de combustible 68
4.1.7 Aforo 70

4.2 Emisiones contaminantes en la actualidad 72

5 PROPUESTAS DE SOLUCIÓN 80

5.1 Proyecto de Tren Interurbano Guanajuato (TRIG) 80

5.2 Análisis de emisiones contaminantes para el tren de pasajeros 82

5.3 Reducción de emisiones contaminantes con la introducción de un tren de pasajeros 85

5.4 Mercado de bonos de carbono 89

5.4.1 Certificados de reducción de emisiones (CER) 89
5.4.2 Montos asignados anualmente (AAU) 89
5.4.3 Unidades de reducción de emisiones (ERU) 89
5.4.4 Unidades de remoción de emisiones (RMU) 89

CONCLUSIONES 93

REFERENCIAS 96

Referencias bibliográficas 96

Publicaciones y estudios 97

Tesis 98

Referencias electrónicas 98

Anexo 1. Población en los municipios del corredor de estudio 104

Anexo 2. PIB de los municipios del corredor de estudio 105

Anexo 3. Aforos vehiculares y gráficas de tendencia de crecimiento 107

Anexo 4. Clasificación vehicular de acuerdo con la normativa europea 126

Anexo 5. Resultados del cálculo de emisiones para vehículos tipo A 137

Anexo 7. Resultados del cálculo de emisiones contaminantes para ferrocarril ... 168

Anexo 8. Reducción de emisiones en el horizonte del proyecto y cálculo de probables pasajeros atraídos por el tren de pasajeros 176

Índice de tablas

Tabla 1.1. Evolución del movimiento de pasajeros por modo de transporte 16

Tabla 1.2. Número de corridas y pasajeros transportados en las principales terminales de autobuses 20

Tabla 1.3 Registro histórico de movimiento de pasajeros en ferrocarril 22

Tabla 1.4 Registro de movimientos de pasajeros en ferrocarril en 2010..... 24

Tabla 1.5 Aforo actual en el corredor de estudio..... 27

Tabla 1.6 Cantidad de automóviles en las principales ciudades del corredor de estudio..... 28

Tabla 2.1 Efectos de los metales pesados en la salud..... 39

Tabla 2.2 Clasificación vehicular en los municipios principales del corredor de estudio, con base en la normativa europea sobre emisiones para automóviles cuyo combustible es gasolina 40

Tabla 2.3 Clasificación vehicular con base en la normativa europea sobre emisiones para automóviles a gasolina..... 41

Tabla 2.4 Clasificación vehicular con base en la normativa europea sobre emisiones para automóviles a diésel..... 42

Tabla 2.5 Clasificación vehicular con base en la normativa europea sobre emisiones para automóviles eléctricos..... 43

Tabla 2.6 Costo de operación para vehículos privados..... 44

Tabla 3.1 Tramos de la ruta de estudio y distancias en km..... 48

Tabla 3.2 Aforo actual en el corredor de estudio..... 49

Tabla 3.3 Aforos proyectados para el año 2040..... 51

Tabla 3.4 Escenarios de análisis propuestos para asignación de pasajeros en el corredor de estudio 52

Tabla 3.5 Pasajeros que se mueven en el corredor de estudio..... 52

Tabla 3.6 Proyección de pasajeros que se moverían en el año 2040 dentro del corredor de estudio 53

Tabla 3.7 Proyección de pasajeros que se moverían en el año 2040 dentro del corredor de estudio 53

Tabla 3.8 Proyección de pasajeros que se moverían en el año 2040 dentro del corredor de estudio 54

Tabla 4.1 Tramos carreteros de la zona de estudio 59

Tabla 4.2 Tiempos de recorrido..... 60

Tabla 4.3 Especificaciones de presión de vapor y temperaturas de destilación de las gasolinas según la clase de volatilidad 63

Tabla 4.4 Zonas geográficas de distribución de gasolina..... 64

Tabla 4.5 Clase de volatilidad de las gasolinas de acuerdo con las zonas geográficas y la época del año..... 65

Tabla 4.6 Agrupación de vehículos a gasolina de la zona de estudio de acuerdo con su modelo y norma correspondiente..... 67

Tabla 4.7 Agrupación de vehículos a diésel de la zona de estudio de acuerdo con su modelo y norma correspondiente 67

Tabla 4.8 Tabla de rendimiento de vehículos a gasolina..... 69

Tabla 4.9 Aforo vehicular en los tramos de estudio..... 71

Tabla 4.10 Emisiones actuales de automóviles para el tramo León-Silao..... 73

Tabla 4.11 Emisiones contaminantes de vehículos tipo A en el corredor de estudio 74

Tabla 4.12 Emisiones contaminantes de vehículos tipo B en el corredor de estudio 75

Tabla 5.1 Distribución horaria estimada de los pasajeros en el corredor de estudio entre cada tramo de las principales ciudades (por sentido), atrayendo 30% de los pasajeros actuales (considerando 4 PAX/ veh. A y 22 PAX/veh B) 83

Tabla 5.2 Distribución horaria estimada de los pasajeros en el corredor de estudio entre cada tramo de las principales ciudades (por sentido), atrayendo 5% de los pasajeros actuales (considerando 1 PAX/ veh. A y 22 PAX/veh B) 84

Tabla 5.3 Emisiones contaminantes generadas por un hipotético tren de pasajeros 85

Tabla 5.4 Cálculo de reducción de emisiones contaminantes en el caso de introducir un hipotético tren de pasajeros..... 87

Tabla 5.5 Cálculo de reducción de emisiones contaminantes en el año 2040 al introducir un hipotético tren de pasajeros 88

Tabla 5.6 Monto estimado como producto de la reducción de huella de carbono . 92

Índice de figuras

Fig. 1.1. Longitud histórica de vías férreas 9

Fig. 1.2 Evolución histórica del crecimiento de los pasajeros transportados en ferrocarril 11

Fig. 1.3.Evolución de los pasajeros y pasajeros-kilómetro transportados en ferrocarril 12

Fig. 1.4. Red Carretera Nacional 13

Fig. 1.5 Evolución del movimiento de pasajeros por modo de transporte (millones de pasajeros transportados) 17

Fig. 1.6 Registro histórico de movimientos de pasajeros en ferrocarril 23

Fig. 1.7 Registro de movimientos de pasajeros en ferrocarril en 2010 25

Fig. 1.8 Carreteras en el corredor de estudio 26

Fig. 2.1. Diagrama de flujo del proceso de cálculo de emisiones 32

Fig. 2.2. Emisiones contaminantes generadas por la evaporación y el tubo de escape de un vehículo automotor 33

Fig. 2.3. Composición de los gases de escape de motor a gasolina y motor a diésel 34

Fig. 2.4. Combustión de la mezcla y emisiones de escape 34

Fig. 2.5. Esquema de deposición de partículas suspendidas 37

Fig. 2.6. Mapa mundial de emisiones de CO_2 38

Fig. 2.7. *Ranking* mundial de emisiones de CO_2 38

Fig. 3.1. Proyección en el tramo León-Silao del corredor de estudio 50

Fig. 3.2. Mapa de asignación de pasajeros para el corredor de estudio (Escenario 1) 55

Fig. 3.3 Mapa de asignación de pasajeros para el corredor de estudio (Escenario 2) 56

Fig. 3-4. Mapa de asignación de pasajeros para el corredor de estudio (Escenario 3) 57

Fig. 4.1. Mapa de la zona de estudio 59

Fig. 4.2. Ubicación de estaciones meteorológicas de la zona de estudio 62

Fig. 4.3. Influencia de la velocidad vehicular en la contaminación del aire y en la probabilidad de muerte de ciclistas y peatones al ser arrollados 69

Fig. 4.4. Mapa de carreteras con ubicación de estaciones de aforo en la red carretera del estado de Guanajuato 70

Fig. 4.5. Mapa de emisiones contaminantes de vehículos tipo A y B en el tramo de estudio..... 76

Fig. 4.6. Mapa de emisiones contaminantes de vehículos tipo A y B en el tramo de estudio..... 77

Fig. 4.7. Mapa de emisiones contaminantes generadas por un hipotético tren de pasajeros..... 78

Fig. 4.8. Mapa de emisiones contaminantes (comparativa considerando un hipotético tren de pasajeros) 79

Fig. 5.1. Propuesta del Tren Interurbano de Pasajeros en Guanajuato 81

Fig. 5.2. Precio y volúmenes de toneladas de CO_2 comercializados en la Unión Europea..... 91

Resumen

En este trabajo se presenta un cálculo de las emisiones contaminantes que se generan producto del transporte terrestre de pasajeros en la ruta comprendida entre las ciudades de León, Gto. y Santiago de Querétaro, Qro., en la región central de México, con el fin de cuantificar las emisiones actuales y futuras a tomar en cuenta en el análisis de la viabilidad de un nuevo servicio ferroviario de pasajeros.

En la elaboración de este trabajo, se evalúa la contaminación que producen los vehículos de transporte privado en las carreteras que comunican a las principales ciudades de la zona del Bajío, y se estima el potencial de reducción de la huella de carbono a partir de la introducción de un transporte ferroviario interurbano de pasajeros.

En el proyecto también se identifican los mecanismos propuestos a nivel internacional, para internalizar los costos externos ambientales y ponderar su aplicación en nuestro país. Se utilizan diversos escenarios de crecimiento de las emisiones contaminantes derivadas del crecimiento del transporte carretero en México, para estimar los costos externos del mismo. Se estiman los niveles de partículas contaminantes emitidas por los principales medios tractivos ferroviarios, para calcular sus efectos en el medio ambiente y en la población. Se proponen mecanismos para que las autoridades recuperen parte de los costos externos causados por los vehículos automotores y las empresas de transporte, y así cruzar subsidios hacia tecnologías más sostenibles, como la ferroviaria.

El gobierno del estado de Guanajuato ha realizado esfuerzos para concretar la construcción del proyecto de tren entre dicha entidad y el estado de Querétaro, sin que, a la fecha, se haya podido concretar. Si bien se deduce que la autoridad cuenta con un estudio sobre el costo-beneficio de dicho proyecto, es importante agregar a éste, el tema relacionado con la disminución de la huella de carbono producida por los vehículos automotores, lo cual podría marcar la diferencia para lograr materializar tan importante obra.

Como resultado del trabajo presentado sobre la evaluación de la potencial reducción de la huella de carbono del transporte terrestre entre las principales ciudades del estado de Guanajuato, al introducir un servicio ferroviario de pasajeros, se puede afirmar que la implementación de un tren de pasajeros para dar servicio en la ruta León-Querétaro, disminuiría en forma considerable las emisiones de gases contaminantes producidas tanto por los automóviles particulares principalmente como por los autobuses de transporte público.

Abstract

This paper presents a calculation of the polluting emissions generated by land passenger transport on the route between the cities of León, Gto. and Santiago de Querétaro, Qro., in the central region of Mexico, to quantify current and future emissions that can be taken into account to analyze the feasibility of introducing a passenger rail service.

In the development of this work, the contamination produced by private transport vehicles on the highways that connect the main cities of the Bajío area, together with the potential for reducing the carbon footprint derived from the introduction of an interurban passenger rail transport, is evaluated.

The project also identifies the mechanisms proposed at the international level, to internalize external environmental costs and weigh their application in our country. Various scenarios of growth of pollutant emissions derived from the growth of road transport in Mexico are used to estimate their external costs. The levels of polluting particles emitted by the main railway tractive means are estimated to calculate their effects on the environment and the population. Mechanisms are proposed so that the authorities recover part of the external costs caused by motor vehicles and transport companies, and thus cross subsidies towards more sustainable technologies, such as rail.

The Government of the State of Guanajuato has made efforts to concretize the construction of the train project between that state and Queretaro. In spite of not having access to such project, it is deduced that the authority has a cost-benefit study for such corridor and it would be important to include the reduction of the carbon footprint produced by motor vehicles into the proposed project, which could probably be the difference to help this important work to materialize.

As a result of the work presented, on the evaluation of the potential carbon footprint reduction of land transport between the main cities of the state of Guanajuato, by introducing a passenger rail service, it can be said that the implementation of a passenger train to serve the León-Querétaro route will significantly reduce the emissions of polluting gases produced by private cars mainly, as well as buses.

Introducción

Uno de los principales retos que enfrenta México respecto al medio ambiente y el desarrollo sostenible es incluir al primero como uno de los elementos de la competitividad y el desarrollo económico y social.

El cuidado del medio ambiente y el desarrollo sostenible son temas que preocupan y ocupan a todos los países. Las consecuencias de modelos de desarrollo, pasados y actuales, que no han tomado en cuenta al medio ambiente, se manifiestan inequívocamente en problemas de orden mundial, como el cambio climático, por lo cual el gobierno de México ha optado por sumarse a los esfuerzos internacionales suscribiendo importantes acuerdos, entre los que destacan: el Convenio sobre Diversidad Biológica, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kioto.

El presente trabajo tiene como finalidad principal calcular las emisiones contaminantes que se generan del transporte terrestre de pasajeros en la ruta comprendida entre las ciudades de León, Gto. y Santiago de Querétaro, Qro. en el centro del país, a fin de tener una cuantificación de las emisiones actuales y futuras, para analizar la ventaja ambiental de introducir un servicio ferroviario.

El gobierno del estado de Guanajuato ha realizado esfuerzos para concretar la construcción del proyecto de tren entre dicha entidad y el estado de Querétaro, sin que a la fecha se haya podido concretar. Si bien se deduce que se cuenta con un estudio de costo-beneficio para dicho proyecto, es importante que a éste se le pueda agregar lo relacionado el bono verde, derivado de la potencial disminución de la huella de carbono producida por los vehículos automotores, lo cual puede ser la diferencia para materializar tan importante obra.

En la actualidad, el transporte ferroviario en la zona de estudio tiene un uso muy particular, el cual consiste en transportar carga ligera o pesada de un destino a otro, ya sea para uso industrial o solamente de utilidad comercial. A lo largo del tiempo, se ha dejado de utilizar en gran medida el transporte ferroviario de pasajeros, debido a la fuerte demanda que tuvo el uso de carreteras y autopistas. Desde el inicio de las carreteras, realizar viajes en automóvil particular o autobuses de transporte público —tanto al interior de zonas urbanas como para recorridos más largos— fue más fácil, rápido y novedoso. Los vehículos utilizados en este modo de transporte presentan diferentes dimensiones y capacidades, además de que la innovación vehicular estuvo a la orden del día durante mucho tiempo, y aún siguen implementándose nuevas maquinarias automotrices. Sumado a lo anterior, debemos considerar que una parte fundamental de la fuerte demanda que han tenido las autopistas y carreteras es la mejora que se ha realizado en sus diseños y trazos geométricos.

Como consecuencia de la falta de inversión al transporte ferroviario en México, éste se ha vuelto obsoleto, aunque en países más desarrollados se ha visto una mayor apuesta por la infraestructura ferroviaria de pasajeros.

La presente investigación se motiva principalmente de la búsqueda por cubrir las necesidades generadas a partir del crecimiento poblacional de los últimos tiempos. Hoy en día, las carreteras y autopistas tienen volúmenes vehiculares considerables, que en el caso del automóvil para traslado interurbano presenta tasas de ocupación por debajo de dos pasajeros por vehículo, lo cual no es sostenible en términos ecológicos. En el presente, se requieren servicios adicionales que encaucen el fuerte crecimiento poblacional en los diferentes puntos de recorrido —ya sea por motivos laborales, comerciales, de viaje o placer—, y que de cierta manera mitiguen la gran cantidad de emisiones contaminantes producidas por el transporte público, así como por el uso constante de vehículos particulares. Al integrarlos en términos de volumen de tráfico, todos estos vehículos representan los principales generadores de contaminantes para el medio ambiente.

El corredor objeto de estudio se inicia en la ciudad de Santiago de Querétaro y concluye en la ciudad de León, Guanajuato, pasando por ciudades relevantes como Celaya, Salamanca, Irapuato y Silao, todas ellas ubicadas en el estado de Guanajuato. Es importante mencionar que dicho corredor pertenece a una importante zona industrial del país, donde se han instalado empresas armadoras automotrices —como Honda y Mazda—, por ejemplo, además, de albergar el puerto seco conocido como Guanajuato Puerto Interior, considerado un imán de inversiones, así como el Aeropuerto Internacional del Bajío. La presencia de todo lo antes mencionado ha detonado el traslado de personas en la región, en particular por motivos laborales; es decir, parte importante de la población económicamente activa se traslada a los sitios antes mencionados, lo cual acentúa la necesidad de implementar nuevas formas de transporte de pasajeros en la región.

Los distintos medios de transporte —como los ferrocarriles ligeros de pasajeros y los ferrocarriles suburbanos e interurbanos— serán uno de los temas principales a analizar como parte de esta investigación, la cual nos presentará un panorama distinto de lo que es el uso del transporte y la mitigación de las emisiones generadas al recurrir a estos medios en el transcurso de nuestra vida cotidiana.

Se considera que el transporte ferroviario de pasajeros produce una menor cantidad de emisiones contaminantes al implementarse como sistema de transporte público, lo que se traduce en una significativa reducción en costos externos ambientales por kilómetro-pasajero transportado. Éste será uno de los principales puntos a considerar para la elaboración del presente documento.

En puntos específicos donde existe saturación vehicular, el ferrocarril de pasajeros ofrece mejores alternativas reales a problemas como el congestionamiento vial, además de contribuir a la reducción de accidentes y la mitigación de emisiones de gases contaminantes, entre otros muchos beneficios, tanto económicos como sociales.

En este trabajo de investigación se presenta la evaluación de la huella de carbono existente, así como proyecciones a 30 años, para comparar la reducción que se presentaría en escenarios optimistas (mayor uso de transporte ferroviario) y conservadores (menor uso de transporte ferroviario). Finalmente, se estimarán los costos de emisiones contaminantes generadas por el transporte público existente.

De manera informativa, en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018 se considera como elemento central “contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica”.

La estrategia integral propuesta en el PND está basada en diversos objetivos, que buscan avanzar hacia el desarrollo humano sostenible, uno de los cuales es el objetivo 4.4.3 “Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sostenible, resiliente y de bajo carbono”.

Por último, esta investigación tiene por objetivo principal evaluar la contaminación producida por los vehículos de transporte privado en las carreteras que comunican algunas de las principales ciudades de México, y estimar el potencial de reducción de costos externos, derivado de la introducción de un transporte ferroviario interurbano de pasajeros. Sumado a esto, también se identificarán las principales metodologías formuladas en varios países, para estimar los costos externos ambientales del transporte ferroviario, además de plantear los mecanismos propuestos a nivel internacional para internalizar los costos ambientales externos y ponderar su aplicación en México. Se utilizarán diversos escenarios de crecimiento de las emisiones contaminantes, derivadas del crecimiento del transporte carretero en México, a fin de estimar sus costos externos. Se estimarán, asimismo, los niveles de partículas contaminantes emitidas por los principales medios tractivos ferroviarios, para calcular sus efectos en el medio ambiente y la población. Se propondrán mecanismos para que las autoridades recuperen parte de los costos externos causados por los vehículos automotores y las empresas de transporte, y así cruzar subsidios hacia tecnologías más sostenibles, como la ferroviaria, tras distinguir el nivel de externalidad de las distintas opciones tecnológicas ferroviarias.

Justificación

En la zona del Bajío, de acuerdo con el XII Censo de Población y Vivienda 2010, elaborado por el INEGI, habitan alrededor de 13 millones de personas, distribuidas en los estados de Guanajuato, Querétaro, Aguascalientes, Michoacán y Jalisco. Esta zona está integrada por ciudades importantes, las cuales se enumeran por importancia poblacional: León, Santiago de Querétaro, Aguascalientes, Morelia, Irapuato, Celaya, Salamanca, Zamora, Lagos de Moreno y San Juan del Río.

Estas ciudades tienen como principal actividad económica la industria de la transformación, la cual se efectúa a través de empresas transnacionales y locales ubicadas en la zona. Esto contribuye a un notable desarrollo económico y, por consiguiente, a un alto tráfico de personas y mercancías. Los trabajadores de

dichas ciudades se trasladan diariamente para dirigirse a sus lugares de trabajo, en ocasiones con una periodicidad semanal, por lo que deciden incurrir en gastos de alquiler de una casa habitación en el lugar de trabajo. De una u otra manera, esto implica un alto costo mensual en el rubro de gastos de traslado y viáticos o estadía para los trabajadores, gastos que se pueden reducir significativamente en caso de reactivarse el servicio de tren de pasajeros en el Bajío.

Aunque el gobierno del estado de Guanajuato cuenta con un proyecto de tren interurbano, éste carece de una cuantificación de beneficios ambientales, a determinar como resultado de la investigación, cuyos resultados contribuirían a fortalecerlo.

Objetivos

El objetivo general del trabajo es cuantificar los beneficios ambientales a alcanzar al implementar un servicio de pasajeros ferroviario en la zona del Bajío.

Este trabajo se dividirá en varios capítulos, los cuales tendrán objetivos específicos:

- Determinar la posible población beneficiada con el hipotético tren de pasajeros en la zona de estudio.
- Realizar un pronóstico de la demanda de usuarios.
- Evaluar la potencial reducción de la huella de carbono del transporte terrestre.
- Analizar la información recabada y plantear las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

Hipótesis

Se considera que el ferrocarril representa la mejor solución al problema de transporte dentro de las principales ciudades del país, entre ellas, la región del Bajío.

El sistema de transporte masivo de pasajeros por ferrocarril es más amable con el medio ambiente y sus costos externos son menores en comparación con los del autotransporte.

La hipótesis considera que establecer un servicio ferroviario para el transporte de pasajeros mejorará las condiciones ambientales de la región.

Utilidad del proyecto

La utilidad del trabajo de investigación es cuantificar los beneficios que se generarían en el aspecto medio ambiental, al implementar un servicio de transporte ferroviario de pasajeros en la región. Dicha cuantificación ayudará a fortalecer el proyecto de tren interurbano, el cual se encuadra dentro de las trece acciones mencionadas por el C. Presidente Enrique Peña Nieto en su mensaje de toma de protesta.

1 Antecedentes

En la actualidad, el transporte de pasajeros en México se realiza principalmente por la red vial terrestre, y son muy pocos los lugares en los que se cuenta con la opción ferroviaria.

A pesar de no guardar una conexión evidente con los procesos productivos de la economía nacional —como su contraparte de carga—, el autotransporte federal de pasajeros tiene una importancia que incide en la economía nacional, al ser la única opción de transporte terrestre interurbano de carácter público, pues los movimientos de pasajeros en ferrocarril son casi nulos en México.[1]

Al no existir otro medio de transporte de pasajeros que sea accesible para la mayoría de la población, se genera saturación de las carreteras, lo que deriva en mayores tiempos de traslado, aumento de accidentes fatales, estrés y emisión de gases contaminantes, este último a abordarse en el presente trabajo.

Desde hace poco más de 30 años, el gobierno del estado de Guanajuato ha trabajado en el desarrollo de un proyecto de tren de pasajeros interurbano, sin que a la fecha se cuente con un análisis en el que se cuantifique la reducción de emisiones de gases contaminantes, beneficio generado al introducir dicho servicio ferroviario de pasajeros.

Este trabajo pretende aportar un cálculo de emisiones de gases contaminantes que sirva como base para que las autoridades cuenten con los elementos necesarios para instrumentar las acciones de movilidad en la región del Bajío. Además, se estimará la retribución monetaria que se podría gestionar ante organismos internacionales —como el Banco Mundial—, como producto de la reducción de la huella de carbono, un asunto de suma relevancia para políticas internacionales.

1.1 Breve historia del transporte ferroviario en la región

El origen del transporte ferroviario en México data de 1837, cuando se presentaron las primeras intenciones de construir líneas férreas, al otorgarle la concesión a Francisco de Arrillaga para la construcción del ferrocarril México-Veracruz con ramal a Puebla. Años más tarde, se otorgaron otras concesiones, pero muchas de ellas se declararon nulas. Fue hasta 1850 cuando se inauguró el tramo Veracruz-El Molino, con una longitud de 13.6 km y el día 22 de septiembre se empiezan a correr los trenes del que se considera el primer servicio de ferrocarril del país.

Se continuaron otorgando concesiones, mismas que se anulaban o se traspasaban a otras empresas, hasta que en 1873 se inauguró en su totalidad la línea México-

[1] IMT, publicación técnica número 357.

Veracruz. Para 1878 se habían otorgado 28 concesiones, de las cuales sólo se habían cumplido ocho compromisos y el conjunto de vías tendidas llegaron a los 226.5 km cubriendo las siguientes rutas: Celaya-León, Ometusco-Tulancingo, Zacatecas-Guadalupe, Alvarado-Veracruz, Puebla-Izúcar de Matamoros y Mérida-Peto.

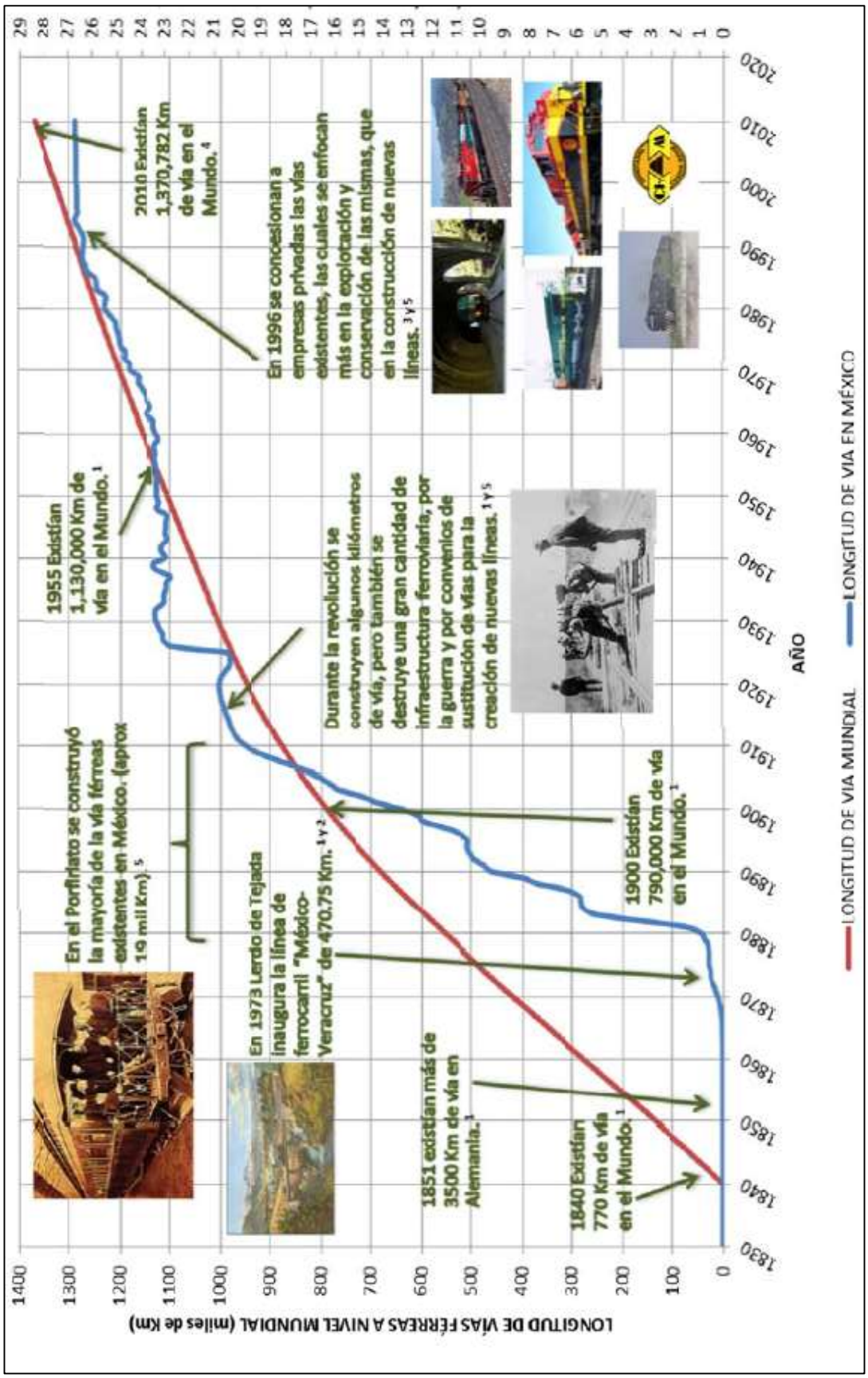
En la década de 1880 a 1890, se construyeron los troncales más importantes, uniendo al centro del país con tres puntos en la frontera norte: Nuevo Laredo, Paso del Norte y Piedras Negras. De esta forma, para 1890 México ya contaba con una red de 9,544 km de vía tendida. El año de 1900 destaca por haberse tendido más de mil kilómetros de vía, para alcanzar un total de 13,616 km de vías de jurisdicción federal, y en 1902 se registraban ya 15,135 km de vía tendida.[2]

Como resultado de la Revolución Mexicana, se perdió una importante cantidad de vías: en 1919 la línea México-Ciudad Juárez es atacada por los rebeldes y en la línea Chihuahua-Ciudad Juárez se suspende el servicio debido a la destrucción causada a las vías por los villistas. De manera similar en todo el país, durante el periodo revolucionario gran parte de la infraestructura ferroviaria —incluyendo puentes y túneles— quedó parcialmente destruida y fue necesaria su reconstrucción por gobiernos posrevolucionarios (Hermosillo, 2011).

En 1946, el programa de rehabilitación implementado en Ferrocarriles Nacionales de México fortaleció este medio de transporte para convertirlo en uno de los más importantes del país. El tren en México fue sinónimo de modernidad, al facilitar el servicio de carga y el tránsito de pasajeros a un bajo costo.

Las líneas de tren en Guanajuato se construyeron a finales de 1877, cuando el entonces gobernador del estado, Francisco Z. Mena, conseguía del gobierno federal la concesión para construir y explotar el ferrocarril que cubriría la ruta entre Celaya y León, con un ramal hacia la ciudad de Guanajuato, y que pasaría por Salamanca, Irapuato y Silao. En 1882 los ferrocarriles corrían por todo el estado y existía ya una línea férrea que llegaba hasta la misma Ciudad de México y una ruta troncal hasta Ciudad Juárez y Laredo. Todo esto ocasionó un gran auge económico y permitió la comercialización de diversos productos guanajuatenses en el centro y en el norte de México.

[2] D'Estrabau, 1988.



Fuente: Arredondo y Gómez, 2011

Fig. 1.1. Longitud histórica de vías férreas

Años más tarde, al estallar el movimiento armado de 1910, el ferrocarril se transformó en un excelente medio de transportación de armamento y numerosos ejércitos.

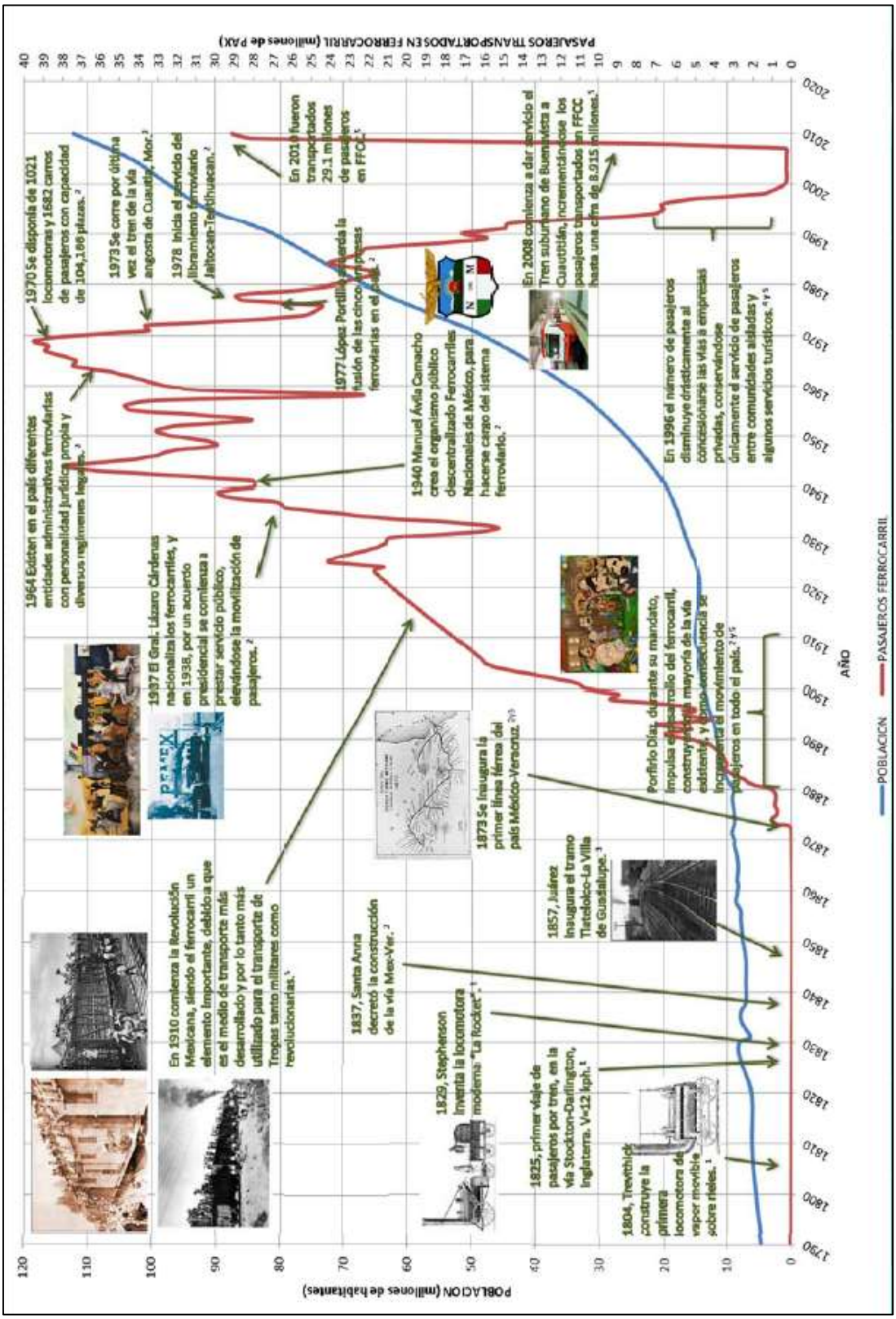
Con el paso de los años, se canceló el servicio de pasajeros del tren en la zona del Bajío, lo que impulsó la importancia sobre todo del transporte por carreteras, y al mismo tiempo, impidió a los habitantes de la región disponer de alternativas para su traslado.

Ante tal situación, se requiere optimizar los recursos, teniendo en cuenta los problemas de países en desarrollo como el caso de México. La reactivación del sistema de pasajeros en esta zona —además de dar un impulso al patrimonio de las familias por su bajo costo— activaría la economía de la región, ya que existen numerosos trabajadores foráneos en cada una de las ciudades que se trasladan diariamente de una ciudad o comunidad a otra. Lo anterior se debe a que la administración pública estatal anterior y actual han impulsado la instalación de diversas industrias transnacionales, las cuales han brindado empleo a un gran número de habitantes de dicho territorio.

La importancia del transporte se basa en la necesidad de las personas de moverse de un lugar a otro. En general, las actividades diarias del ser humano no se localizan en un mismo lugar, esto es, los lugares de trabajo, escuelas, tiendas, lugares de recreación y entretenimiento, nunca se encuentran, todos juntos a nuestra vivienda.

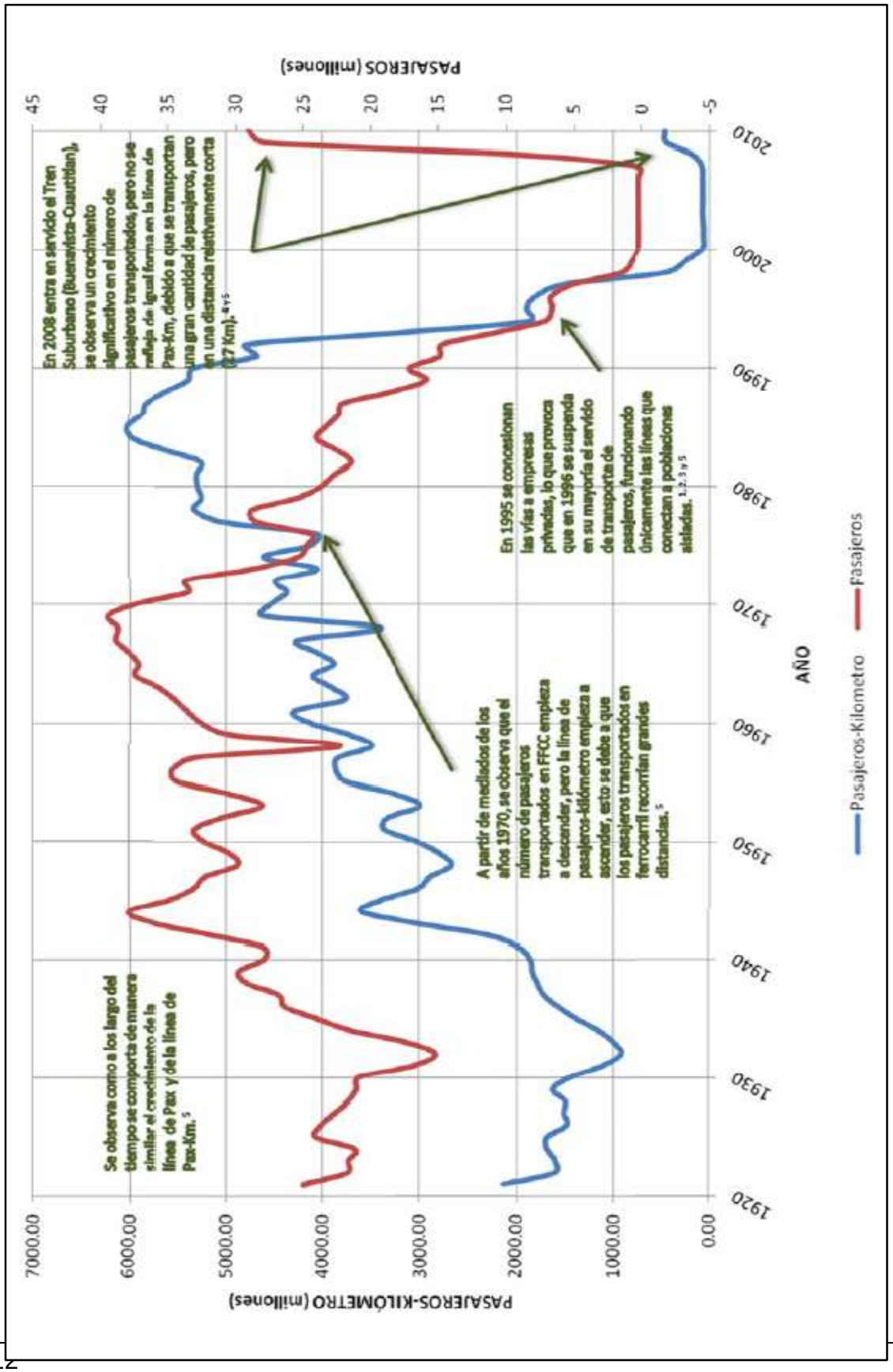
El caso del transporte ferroviario se puede definir como un sistema secundario para el funcionamiento de un conjunto de ciudades y comunidades, como lo es el Bajío, en donde su operación influye de manera directa en la eficiencia del conjunto de sus actividades y en la calidad de vida de sus habitantes. El transporte cumple el papel de conectar e integrar funciones que se desarrollan en diferentes lugares de una región, mediante la movilización de personas y bienes, lo que permite la especialización de las actividades.

En la zona del Bajío como en casi todo el territorio mexicano, actualmente se utiliza como medio principal de transporte el traslado carretero, el cual es obvio mencionar su alto costo, así como el riesgo de accidentes fatales, entre otras problemáticas; por ello, en el presente trabajo se propone la reactivación de líneas ferroviarias de pasajeros.



Fuente: Arredondo y Gómez, 2011

Fig. 1.2 Evolución histórica del crecimiento de los pasajeros transportados en ferrocarril



Fuente: Arredondo y Gómez, 2011

Fig. 1.3.Evolución de los pasajeros y pasajeros-kilómetro transportados en ferrocarril

Fuente: SCT, 2012

Fig. 1.4. Red Carretera Nacional

Uno de los objetivos principales del Gobierno de la República es la reactivación de los trenes de pasajeros, que permitirán contar con una comunicación rápida y de bajo costo, lo cual se verá reflejado en una mejor calidad de vida entre los habitantes de Querétaro y Guanajuato, en específico. Lo anterior se puede constatar en la acción número nueve, una de las trece acciones mencionadas por el C. Presidente Enrique Peña Nieto en su mensaje de toma de protesta.

La zona del Bajío está comprendida por ciudades importantes del país, como León, Irapuato, Celaya y Salamanca, en el estado de Guanajuato, así como Santiago de Querétaro, San Juan del Río, Aguascalientes y Morelia, zona con una alta concentración demográfica en proporción a la población total del país.

Con esta situación en mente, las autoridades estatales se han dado a la tarea de impulsar el proyecto de tren interurbano que permitirá ofrecer el servicio ferroviario de pasajeros, lo que contribuiría al desarrollo económico a escala estatal y detonaría las inversiones realizadas a últimas fechas. Tales inversiones se pueden observar en la instalación de importantes plantas automotrices, entre otras, de General Motors, Volkswagen y Mazda, aunadas a proyectos de enorme trascendencia como

el del puerto interior. Con la fuerte generación de empleos por las empresas mencionadas, una gran mayoría de los trabajadores se ve obligada a efectuar traslados intermunicipales, los cuales podrían ser mediante el servicio ferroviario.

Reducir el flujo vehicular en la Red Carretera Nacional produciría un sinnúmero de beneficios, entre los que destacan el mejoramiento al medio ambiente, situación a analizarse con base en el proyecto elaborado por el gobierno del estado de Guanajuato con la finalidad de cuantificarlo y, a su vez, consolidar el proyecto y contribuir a su ejecución.

Como parte del Programa Nacional de Infraestructura y de Transporte de la administración en curso, el proyecto ferroviario —para el que se contempla la participación del sector privado, con apego a la Ley de Asociaciones Público Privadas— tiene como objetivo incrementar la conectividad de México en todas sus modalidades. En el proyecto del tren rápido de pasajeros México-Querétaro-Guanajuato, en particular, destacan los siguientes aspectos:

1. La inversión para la construcción de la primera etapa del tren será de aproximadamente 1200 millones de dólares.
2. En su primera etapa, el tren recorrerá una distancia de 200 kilómetros, en un tiempo aproximado de una hora con 20 minutos.
3. El proyecto contempla la posibilidad de utilizar la infraestructura férrea ya existente, con el propósito de reducir los costos de construcción.
4. En el rubro económico, la construcción del tren generará siete mil empleos adicionales en un lapso no mayor a cinco años a raíz del inicio de la obra.
5. La activación del tren beneficiará a 22 millones de personas, aproximadamente, en su primera etapa.

1.2 Alternativas de movilidad actuales

En nuestro país, durante 2008, se estimó que el movimiento doméstico de pasajeros en los diferentes modos de transporte interurbano fue de 3278 millones de personas, lo que equivale a un aumento del 3% respecto al año anterior. De manera similar a lo que ocurre en el transporte de carga, la mayor parte del movimiento doméstico de personas se realiza a través de las carreteras. En 2008, se estimó la siguiente distribución de pasajeros: 99.0% para el autotransporte público federal; 0,27% para el ferrocarril; 0.8% para el transporte aéreo, y 0,1% para el modo marítimo. Cabe aclarar que estas cifras no incluyen el movimiento de pasajeros en vehículos propios.

Las personas eligen el transporte vehicular y el autotransporte para trasladarse de un punto a otro, porque a la fecha, no se cuentan con fuentes alternas que pudieran

considerarse como medio de transporte, y los modos de transporte existentes son inaccesibles para algunos segmentos de la población (por ejemplo, el transporte aéreo, por el elevado costo del pasaje y la preferencia de muchos de los pasajeros de invertir tiempo y no dinero). En el caso del transporte aéreo, en particular, sólo las personas con un ritmo de vida acelerado o que requieren invertir una menor cantidad de tiempo para sus labores, optan por este tipo de transporte, pues valoran más el tiempo que se invierte en un viaje que su costo. De aquí surge la importancia de comparar el costo-beneficio que tienen los diferentes modos de transporte, y a su vez, sirve como principio para analizar nuevas alternativas, que brinden a cualquier pasajero mayor eficiencia y rapidez en tiempo, así como un costo justo de viaje. A lo largo del tiempo, cada modalidad de transporte ha tenido cierto comportamiento con respecto a la cantidad de pasajeros que transporta, como lo reporta el *Manual estadístico del sector transporte 2009, en donde* menciona un periodo histórico (de 1993 a 2008) de cada modo de transporte, en el cual se observa el crecimiento y comportamiento de cada modalidad.

Tabla 1.1. Evolución del movimiento de pasajeros por modo de transporte
(millones de pasajeros transportados)

Modo de Transporte	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	(5) 2008	(e) 2009	(e) 2010
CARRETERO (1)	2301,0	2614,0	2667,5	2722,0	2226,2	2496,0	2676,5	2614,5	2687,0	2713,6	2753,3	2832,5	2950,0	3050,0	3141,0	3238,0	3070,0	3355,1
%DE TOTAL	98,80%	99,00%	99,10%	99,20%	99,00%	99,20%	99,20%	.992	99,30%	99,30%	99,20%	99,20%	99,20%	99,20%	99,00%	98,80%	98,30%	98,30%
FERROVIARIO (3)	10,9	7,2	6,7	6,7	5,1	1,6	0,8	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	8,9	24,4	28,7
%DE TOTAL	0,50%	0,30%	0,20%	0,20%	0,20%	0,10%	0,03%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,27%	0,78%	0,84%
MARITIMO (2)(3)	1,4	1,8	2,0	2,0	2,3	2,3	2,4	2,1	2,1	2,0	2,3	2,7	2,5	2,9	3,1	3,2	3,2	3,2
%DE TOTAL	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%
AERONAUTICO (3)(4)	15,0	18,4	14,9	14,2	15,4	17,0	18,2	17,8	17,9	17,6	18,4	19,5	19,8	22,2	27,4	27,6	25,0	25,6
%DE TOTAL	0,60%	0,70%	0,60%	0,50%	0,70%	0,70%	0,70%	0,70%	0,70%	0,60%	0,70%	0,70%	0,70%	0,70%	0,90%	0,80%	0,80%	0,70%

Fuente: Manual Estadístico del Sector Transporte 2009

(1). Se refiere a datos estimados correspondientes al Autotransporte Público Federal; no incluye el transporte de personas de puertos y aeropuertos, ni de guía de turistas.

(2). Número de pasajeros transportados en transbordadores, estimado como la mitad del movimiento en puertos.

(3). No coincide con ediciones anteriores de este Manual, ya qye se decidió utilizar información de la fuente más congruente a lo largo de la serie multianual.

(4). Número de pasajeros transportados por las compañías nacionales, estimado por la Dirección General de Aeronáutica Civil, S.C.T.

(5). Lic. Felipe Calderón Hinojosa, 3er. Informe de Gobierno.

(e). Para 2009, datos estimados por el 3er. Informe de Gobierno (Lic. Felipe Calderón Hinojosa); para el 2010, datos estimados por el IMT.

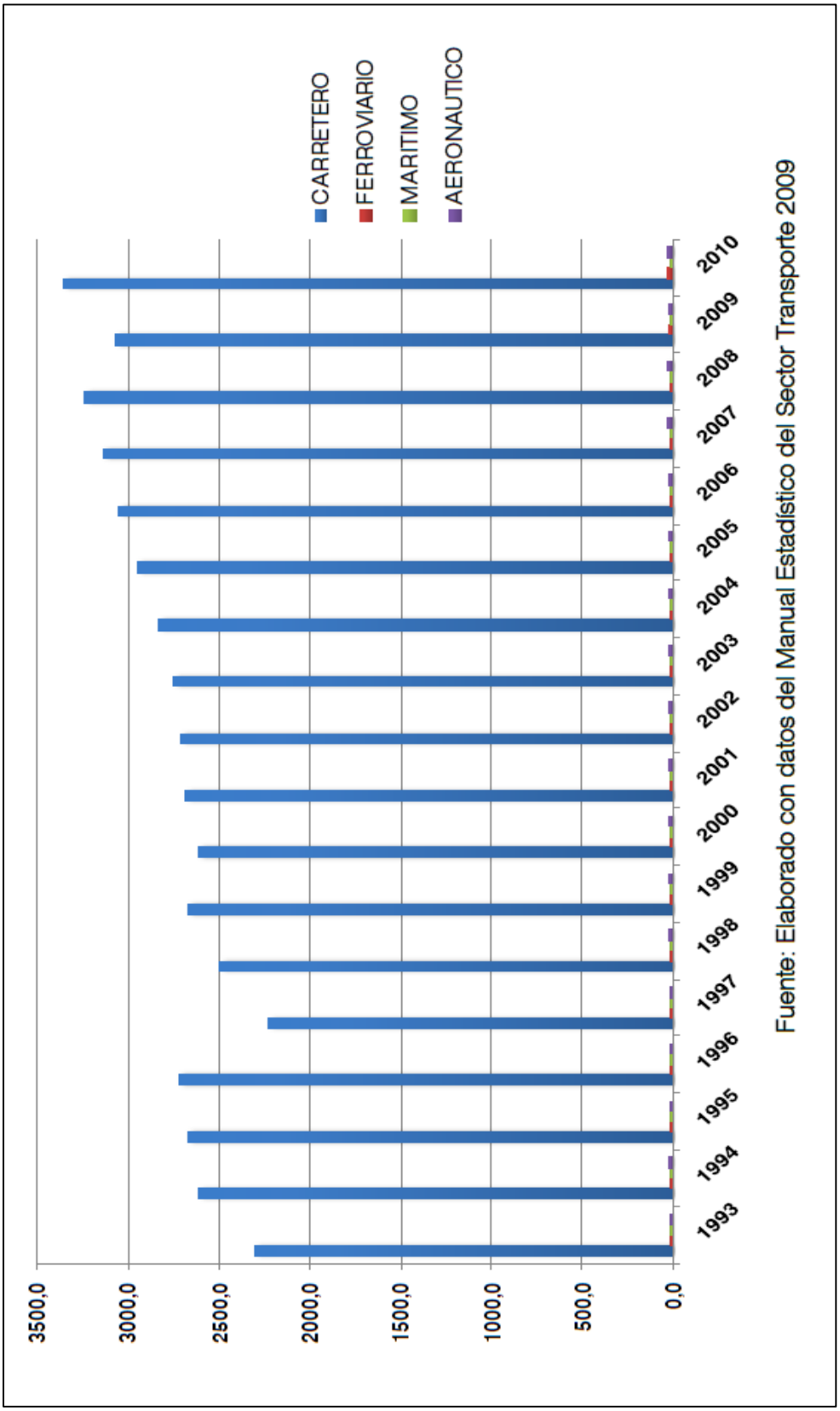


Fig. 1.5 Evolución del movimiento de pasajeros por modo de transporte (millones de pasajeros transportados)

Fuente: Frescas, 2011

Los datos representados en la figura 1.5 no guardan una proporción equitativa en cuanto al modo en que se transportan las personas en nuestro país, ya que, si se observa, la mayor parte de los pasajeros transportados están concentrados en el modo de transporte carretero, mientras que los otros tres modos de transporte quedan muy por debajo del rango normal. Esto quiere decir que la infraestructura en pie no está siendo utilizada del modo adecuado o simplemente no se le ha aprovechado de una manera eficiente en favor tanto de la economía como de los servicios de transporte en México. Ante el evidente descuido del transporte de pasajeros —ferroviario, aéreo y aeronáutico—, quizá si se implementaran servicios nuevos y más accesibles, los datos presentados en la figura 1.5 tendrían proporciones más favorecedoras, tanto para los pasajeros necesitados de transporte como para México, ya que se generarían más fuentes de inversión, con los efectos económicos correspondientes.

1.3 Movimiento de pasajeros en el autotransporte

El modo de transporte carretero puede darse de dos maneras: con automóvil particular (para realizar viajes de trabajo o placer) y por medio de autobús de pasajeros (el medio de transporte con mayor demanda de transporte de pasajeros en la actualidad, lo mismo para distancias extremadamente grandes, que para el traslado interurbano o suburbano de una región.

En la actualidad en México, diariamente se trasladan pasajeros por autobús; por ello, se dispone de numerosas terminales distribuidas a lo largo y ancho de la República Mexicana: en cualquier región o ciudad es posible adquirir pases de abordar para el traslado de un lugar a otro.

Según información proporcionada en el *Manual estadístico del sector transporte 2009*, “[...] En 1990, se promulgó el nuevo Reglamento para el Servicio Público de Autotransporte Federal de Pasajeros, en el que se establece que dependiendo de la forma de operación y del tipo de vehículo utilizado, el servicio de autotransporte se clasifica en alguna de las siguientes modalidades: Primera de lujo; Servicio de primera clase; y Servicio de segunda clase […]”. Asimismo, se puntualiza: “Durante 2007, se transportaron 3,118 millones de pasajeros en el autotransporte público federal, de los cuales el 60% correspondió al servicio de segunda clase, y el 19% al de primera clase. El resto se distribuyó en las demás modalidades, contribuyendo los servicios primera de lujo y plus, con un poco más del 2% del total”.

Hoy día, el autotransporte público federal de pasajeros cuenta con 200 terminales centrales de pasajeros, distribuidas en toda la República Mexicana, aunque las registradas en el Manual estadístico del sector transporte 2009 equivalen a un total de 63, puntos de salida de más de 10 millones de corridas anuales del servicio de transporte interurbano de pasajeros, lo que equivale a más de 29 mil corridas diarias, con un índice de ocupación promedio de 13 pasajeros por corrida. Cabe destacar que las terminales donde se concentró la mayor parte del tráfico de

autobuses y se movilizó gran cantidad de pasajeros fue en las centrales (norte, poniente y oriente) del Distrito Federal (ahora Ciudad de México); Guadalajara, e Irapuato, en el estado de Guanajuato. En estas terminales, se registraron de manera individual más de 538 mil corridas anuales, que sumadas, equivalen a casi el 39% del total de movimientos en el país, en los que se atendió a entre 8 y 12 millones de pasajeros al año, que en conjunto representan cerca del 47% del total en el sistema.[3]

Con base en estos datos, se puede observar que la mayor concentración de movilidad de pasajeros se ubica en el centro del país. De los registros de todas las terminales centrales en el país, desglosadas en el *Manual estadístico del sector transporte 2009*, se concluye que la mayoría se concentra en la zona del Bajío —área objeto del presente estudio—, para una posible implementación de ferrocarril interurbano de pasajeros, con la intención de reducir estas concentraciones de autobuses y el exceso de tráfico que producen.

La tabla 1.2 enlista las terminales centrales de las principales ciudades de México, concentradas en el centro del país y registradas hasta el 2005. Obsérvese que sólo se contemplan las principales terminales, es decir, aquellas con mayor demanda.

[3] *Manual estadístico del sector transporte 2009*.

Tabla 1.2. Número de corridas y pasajeros transportados en las principales terminales de autobuses

NÚMERO DE CORRIDAS Y PASAJEROS TRANSPORTADOS EN LAS PRINCIPALES TERMINALES DE AUTOBUSES				
TERMINAL	NÚMERO DE CORRIDAS			PASAJEROS TRANSPORTADOS
	DE ORIGEN	DE PASO	TOTAL	
Distrito Federal Norte	787.586,00	N. D.	787.586,00	11.759.910,00
Irapuato, Gto.	196.009,00	248.384,00	444.393,00	10.600.499,00
Puebla, Pue.	718.363,00	N. D.	718.363,00	10.308.505,00
Distrito Federal Poniente	597.094,00	N. D.	597.094,00	8.956.410,00
Distrito Federal Oriente	538.262,00	N. D.	538.262,00	8.073.930,00
Distrito Federal Sur	302.160,00	N. D.	302.160,00	4.532.400,00
Celaya, Gto.	213.773,00	427.163,00	640.936,00	3.845.736,00
León, Gto.	159.937,00	100.953,00	260.890,00	3.415.084,00
Guanajuato, Gto.	83.411,00	16.790,00	100.201,00	2.451.745,00
San Luis Potosí, S.L.P.	189.764,00	47.971,00	237.735,00	2.432.098,00
TOTAL DE PPALES. TERMINALES	3.786.359,00	841.261,00	4.627.620,00	66.376.317,00

Fuente: *Manual estadístico del sector transporte 2009.*

1.4 Movimiento de pasajeros por ferrocarril

En la actualidad, el ferrocarril para el transporte de pasajeros no es un medio muy socorrido, debido al descuido por cuanto a mantenimiento, actualización e infraestructura férrea.

El *Manual estadístico del sector transporte*, publicado por el Instituto Mexicano del Transporte, menciona el movimiento de pasajeros por ferrocarril e indica: “Después de la privatización, debido al desinterés de los concesionarios por mantener la operación tradicional del servicio ferroviario de pasajeros, el Gobierno Federal debió asumir su responsabilidad, establecida en los artículos 23 y 43 de la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario, de promover la prestación del servicio público de transporte ferroviario de pasajeros que comunique a zonas aisladas, en donde el ferrocarril constituye el único modo de transporte público, asumiendo para ello el pago de la indemnización correspondiente".

Para el año 2007 la Secretaría de Comunicaciones y Transportes reportó un gasto ejercido en el subsidio ferroviario de pasajeros de 10.5 millones de pesos, monto atribuido a la operación del servicio en las siguientes rutas: Cuicatlán-Oaxaca, perteneciente a Ferrosur; Chihuahua-Los Mochis, Felipe Pescador-Torreón, y Felipe Pescador-San Isidro, de Ferromex, e Ixtepec-Tapachula, del Ferrocarril Chiapas-Mayab”.

Así, a lo largo del tiempo, el número de pasajeros atendidos por este modo se redujo de manera importante, al pasar de 22.7 millones en 1981, a 213 mil pasajeros en 2010. Al estar limitados los viajes a sólo algunos orígenes y destinos específicos, las distancias de recorrido son siempre las mismas; el tráfico en términos de pasajeros-kilómetro, por consiguiente, disminuyó en proporción semejante al número de pasajeros.

Tabla 1.3 Registro histórico de movimiento de pasajeros en ferrocarril

AÑO	PASAJEROS (MILES)	PASAJEROS-KM (MILLONES)	AÑO	PASAJEROS (MILES)	PASAJEROS-KM (MILLONES)
1981	22.656	5.320	1996	6.727	1.799
1982	24.494	5.613	1997	5.092	1.508
1983	25.631	5.997	1998	1.576	460
1984	24.050	5.951	1999	801	254
1985	23.311	6.015	2000	334	82
1986	22.430	5.870	2001	242	67
1987	22.109	5.828	2002	237	69
1988	18.487	5.619	2003	270	78
1989	15.898	5.383	2004	253	74
1990	17.149	5.336	2005	253	73
1991	14.902	4.686	2006	260	76
1992	14.740	4.794	2007	288	84
1993	10.878	3.219	2008	312	91
1994	7.189	1.855	2009	236	71
1995	6.678	1.899	2010	213	64

Fuente: *Anuario estadístico ferroviario 2010*.

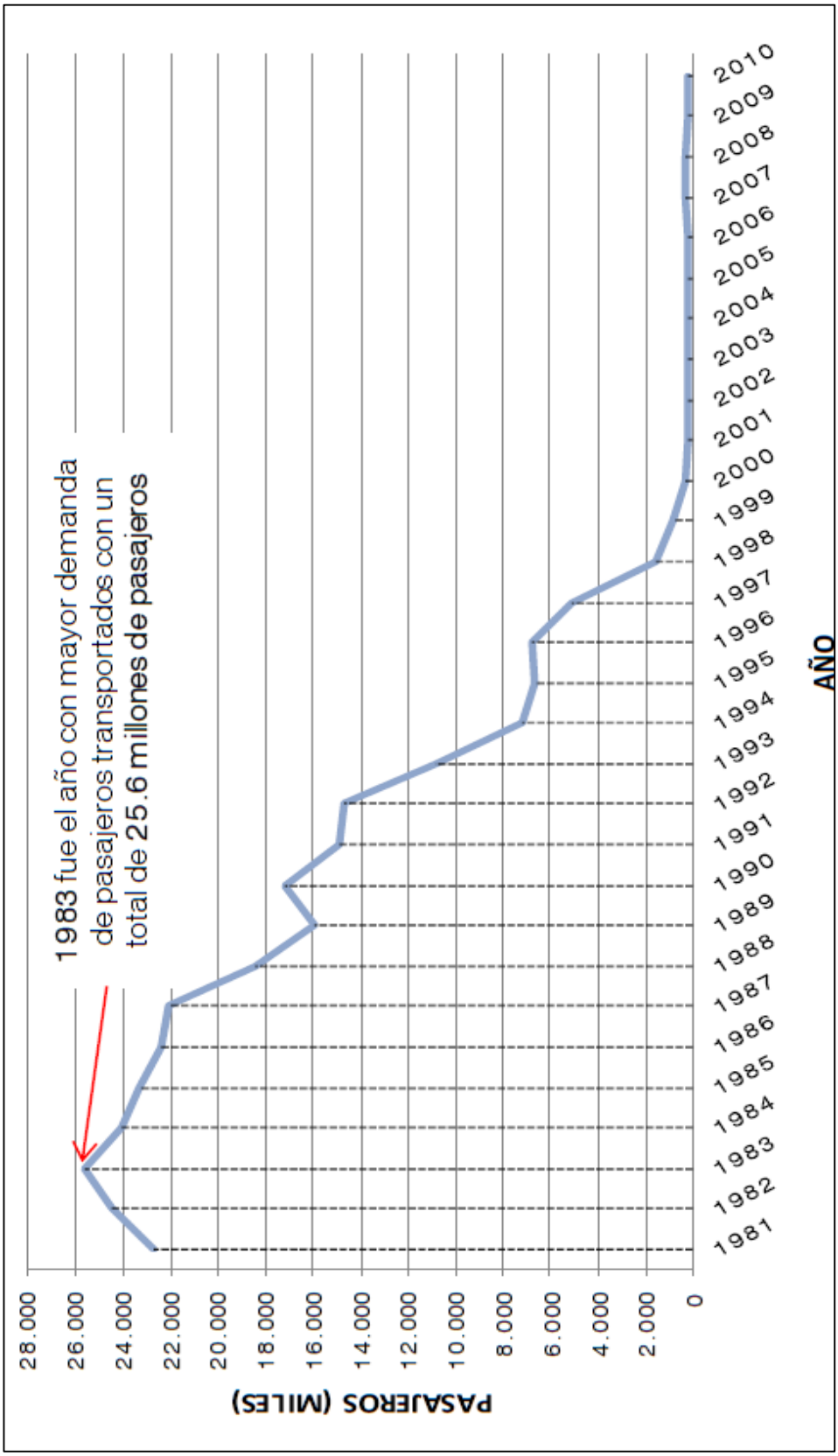


Fig. 1.6 Registro histórico de movimientos de pasajeros en ferrocarril

Fuente: Frescas, 2011

En la figura 1.6, se observa cómo el flujo de pasajeros decrece de una manera considerable en un rango de tiempo de 20 años. Esto nos indica que hace dos décadas el ferrocarril de pasajeros era uno de los modos de transporte que competía con el transporte carretero y que los pasajeros se movilizaban de un lugar a otro con mayor frecuencia por ferrocarril.

En comparación, para el año 2010 se obtuvo un registro de número de pasajeros y pasajeros-kilómetro mensual, el cual se muestra en la tabla 1.4.

Tabla 1.4 Registro de movimientos de pasajeros en ferrocarril en 2010

MES	PASAJEROS (MILES)	PASAJEROS-KM (MILLONES)
Enero	17,8	5,3
Febrero	15,8	4,2
Marzo	22,5	6,9
Abril	19,8	6,2
Mayo	15,7	4,5
Junio	14,8	4,3
Julio	25,3	8,5
Agosto	21,2	6,7
Septiembre	16,2	4,4
Octubre	14,1	3,9
Noviembre	14,3	3,8
Diciembre	15,5	4,8

Fuente: *Anuario estadístico ferroviario 2010*.

En la figura 1.7 se observa el flujo mensual de pasajeros en el transporte ferroviario. Los dos picos de pasajeros registrados son los meses de marzo y julio, probablemente debido al periodo vacacional en que los pasajeros visitan centros turísticos del país donde se presta el servicio de transporte de ferrocarril de pasajeros, como por ejemplo la ruta Chihuahua-Topolobampo, actualmente utilizado para transporte de turistas.

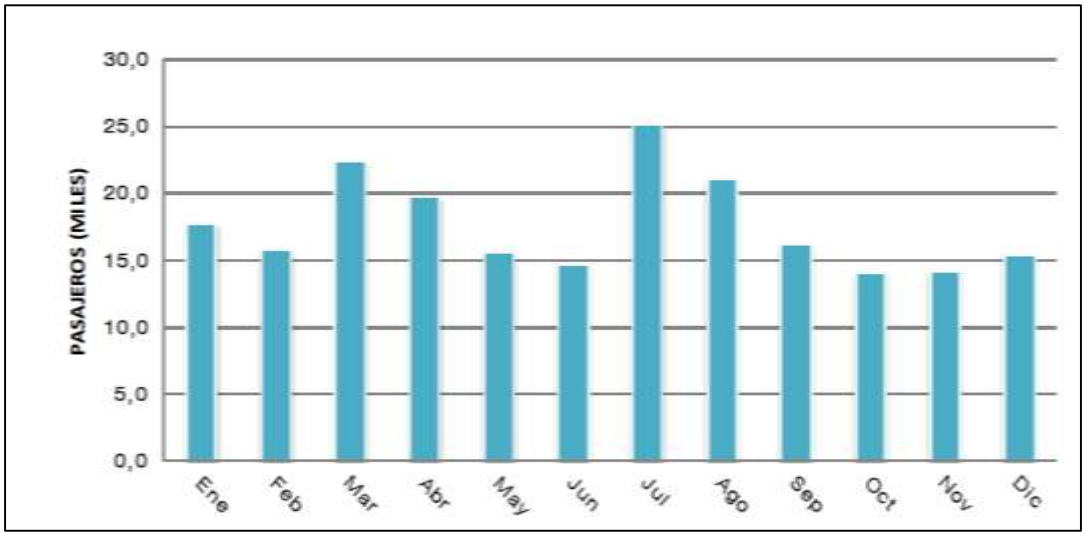


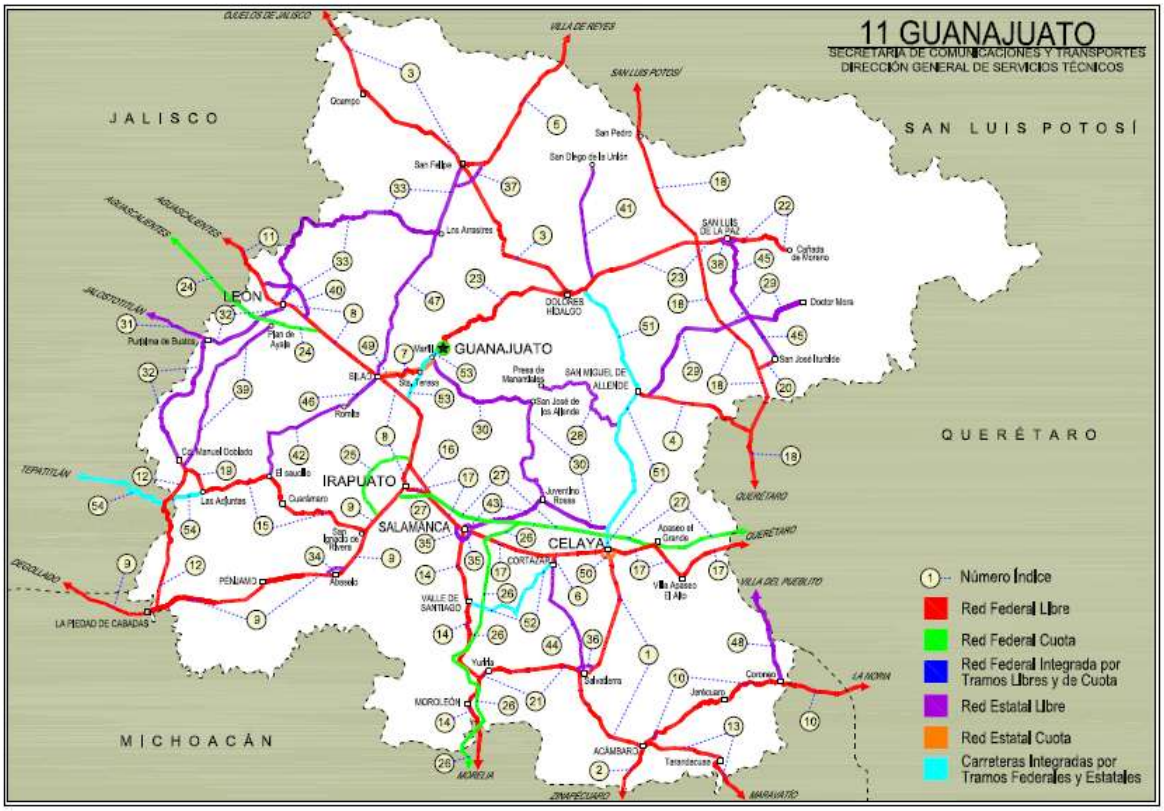
Fig. 1.7 Registro de movimientos de pasajeros en ferrocarril en 2010

Fuente: *Anuario estadístico ferroviario 2010*.

Con base en lo anterior, se observa que, a lo largo del tiempo, se ha ido perdiendo el servicio de transporte ferroviario de pasajeros, después de haber sido, desde la época de la revolución, uno de los modos de transporte más efectivos para el traslado de pasajeros y mercancías. Esto impulsaba el flujo económico en México, lo cual generaba más empleos y un crecimiento en el desarrollo de tecnologías. Es de subrayar que, aunque México en esos tiempos llegó a ser su propio productor de locomotoras a vapor (en el estado de Guanajuato), lamentablemente no se dio prioridad a estos desarrollos.

1.5 Aforos viales

Actualmente existen dos formas de comunicar la ciudad de León, Guanajuato, con la ciudad de Querétaro, Querétaro: transitar por la carretera libre de León a Irapuato y de ahí tomar la carretera de cuota, o bien continuar por la carretera libre. Actualmente se trabaja en la construcción de la autopista de cuota León-Salamanca, con lo cual se estima que, a partir de 2016, el tramo objeto de estudio contará en su totalidad con una ruta de cuota y otra libre.



Fuente: SCT, "Datos viales 2013".

Fig. 1.8 Carreteras en el corredor de estudio

Para el presente trabajo se tomaron en cuenta los datos viales publicados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes desde el año 1980 hasta la fecha, teniendo al día de hoy los siguientes volúmenes vehiculares:

Tabla 1.5 Aforo actual en el corredor de estudio

TRAMO	TDPA TOTAL	TOTAL TIPO A	TOTAL TIPO B
LEON-SILAO	64,960	53,072	2,014
SILAO-IRAPUATO	53,601	40,603	2,285
LIBR. IRAPUATO	34,166	25,180	1,034
IRAPUATO-SALAMANCA (LIBRE)	33,523	28,444	553
IRAPUATO-SALAMANCA (CUOTA)	24,431	16,735	1,169
LIBR. SALAMANCA	31,578	20,462	2,353
SALAMANCA-CELAYA (LIBRE)	43,632	32,804	1,578
SALAMANCA-CELAYA (CUOTA)	27,140	17,406	1,683
LIBRAMIENTO CELAYA	8,819	3,741	412
CELAYA-QRO (LIBRE)	32,414	24,394	791
CELAYA-QRO (CUOTA)	28,443	19,682	1,180

Fuente: SCT, “Datos viales 2013.”

Fuente: Cordero y Arredondo (2017), con imágenes satelitales del programa Google Earth.

Fig. 1.9. Mapa de aforos en el corredor de estudio

Como se mencionó anteriormente, con el análisis de los datos viales que año con año ha publicado la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, se procedió a realizar una proyección de los volúmenes vehiculares futuros.

1.6 Parque vehicular

Con la finalidad de conocer las características del parque vehicular del estado de Guanajuato y a partir de éste realizar la delimitación de los vehículos a estudiar, y luego proceder a efectuar el análisis de acuerdo con la distribución de modelos en la zona, por medio de la Secretaría de Transparencia y Rendición de Cuentas del Estado de Guanajuato, se obtuvo el parque vehicular del estado, del cual se presentan los datos más relevantes a continuación:

Tabla 1.6 Cantidad de automóviles en las principales ciudades del corredor de estudio

No.	MUNICIPIO	CANTIDAD (1)	HAB. 2015 (2)	PAX./VEHÍCULO
1	SAN FRANCISCO DEL RINCÓN	19,274	119,510	5.89
2	LEÓN	288,642	1,578,626	4.98
3	SILAO	20,611	189,567	8.39
4	ROMITA	4,969	59,879	11.4
5	GUANAJUATO	35,871	184,239	4.79
6	IRAPUATO	88,716	574,344	5.97
7	SALAMANCA	52,860	273,271	4.93
8	VILLAGRÁN	7,487	58,830	7.45
9	JUVENTINO ROSAS	6,786	83,060	11.67
10	CELAYA	93,646	494,304	5
11	APASEO EL ALTO	7,350	68,455	8.77
12	APASEO EL GRANDE	7,402	92,605	11.53
	TOTAL	**633,614**	**3,776,690**	

Fuentes: (1) Secretaría de Finanzas del Estado de Guanajuato 2014. (2) INEGI 2016

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Eficiencia en la movilidad

La eficiencia energética es la obtención de los mismos bienes y servicios energéticos, pero con mucha menos energía, con la misma o mayor calidad de vida, con menos contaminación, a un precio inferior al actual, alargando la vida de los recursos y con menos conflicto.[4]

"Eficiencia energética" es un término polivalente, muy empleado en los últimos años en muy diferentes contextos, y tal vez por este motivo, parece oportuno delimitar su significado. La palabra "eficiencia" proviene del latín "eficiencia" que en español quiere decir acción, fuerza, producción. En principio, la eficiencia energética atendería a la definición física referente a un proceso o un dispositivo, correspondiéndose ésta a la relación entre la energía útil y la energía empleada. Actualmente esta acepción se emplea, casi exclusivamente, para maquinaria, electrodomésticos o luminarias, es decir procesos o aparatos que se relacionan más directamente con el usuario, y en los que ambas magnitudes son fácilmente mesurables. Ésta se relaciona con la eficiencia energética a microescala, entendida como la reducción del consumo para el mismo servicio, bien sea por avances tecnológicos o mejoras en la gestión.[5] Sin embargo, estas mejoras, que pueden tener repercusión a la macroescala dominante en el mundo globalizado, no son la base de las mediciones energéticas.

Durante los últimos años, este término se viene empleando asiduamente con un concepto más amplio, que no sólo engloba la optimización en el uso, sino lo que ésta conlleva para el medio y la vida. En general, todas las definiciones en esta línea son similares, aunque algunas toman un aspecto más económico, excluyendo del término toda acción que suponga una reducción en el PIB; otras, en cambio, resaltan su relación con la disminución del consumo y la consiguiente reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

2.2 Copert 4

Programa de computadora para calcular las emisiones del transporte por carretera, Copert 4 es un modelo destinado a calcular las emisiones de escape de diferentes categorías de vehículos, entre otras de CO, NOx, COV, NH_3, N_2O, PM, CO_2, SO_2, hidrocarburos aromáticos policíclicos y metales pesados contenidos en el combustible (plomo, cadmio, cobre, cromo, níquel, selenio y zinc). Además, ofrece la especiación para NO y NO_2, carbono elemental y la materia orgánica para las PM

[4] AEDENAT, 1998.

[5] World Energy Council, 2004.

en función de la tecnología de los vehículos y los cálculos de consumo de combustible.

El programa fue creado en Europa como una herramienta para el cálculo de las emisiones del sector del transporte por carretera por el Laboratorio de Termodinámica Aplicada de la Universidad Aristóteles de Salónica, bajo el patrocinio de la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA), en el marco de las actividades del Centro Temático Europeo sobre Aire y Cambio Climático.

Copert 4 es una versión actualizada de Copert III, que incluye tanto elementos metodológicos revisados como una interfaz de usuario revisada, cuyo objetivo es compilar un complejo de los inventarios anuales. La versión 10.0 es un programa MS Windows18, software desarrollado sobre una base anual para el uso de expertos nacionales dedicado a estimar las emisiones del transporte por carretera a incluir en los inventarios nacionales anuales oficiales. Está disponible y es gratuito para usarse en cualquier otra investigación, así como en aplicaciones científicas y académicas.

A fin de generar inventarios de emisiones con Copert, se requiere alimentar el programa con los datos de las condiciones locales, a saber: la distancia del viaje, las condiciones climáticas, la distribución de la evaporación, las condiciones de conducción (velocidad promedio por tipo de vehículo y por carretera), los datos de actividad (categoría de vehículo, legislación aplicable, kilometraje de cada vehículo y tipo de carretera), el consumo de combustible y las especificaciones.

Las emisiones de escape se calculan para las siguientes categorías de vehículos de carretera:

- automóviles
- vehículos ligeros (<3.5 t)
- vehículos pesados (> 3.5 t)
- autobuses
- motocicletas

Los informes de Copert se crean para cada categoría de vehículo, en función de tres tipos de fuente:

- emisiones en caliente
- emisiones de arranque en frío
- emisiones debidas a la evaporación del combustible
- emisiones totales calculadas como producto de los datos de actividad prevista por el usuario y en función de la velocidad y el factor de emisión calculado por el software

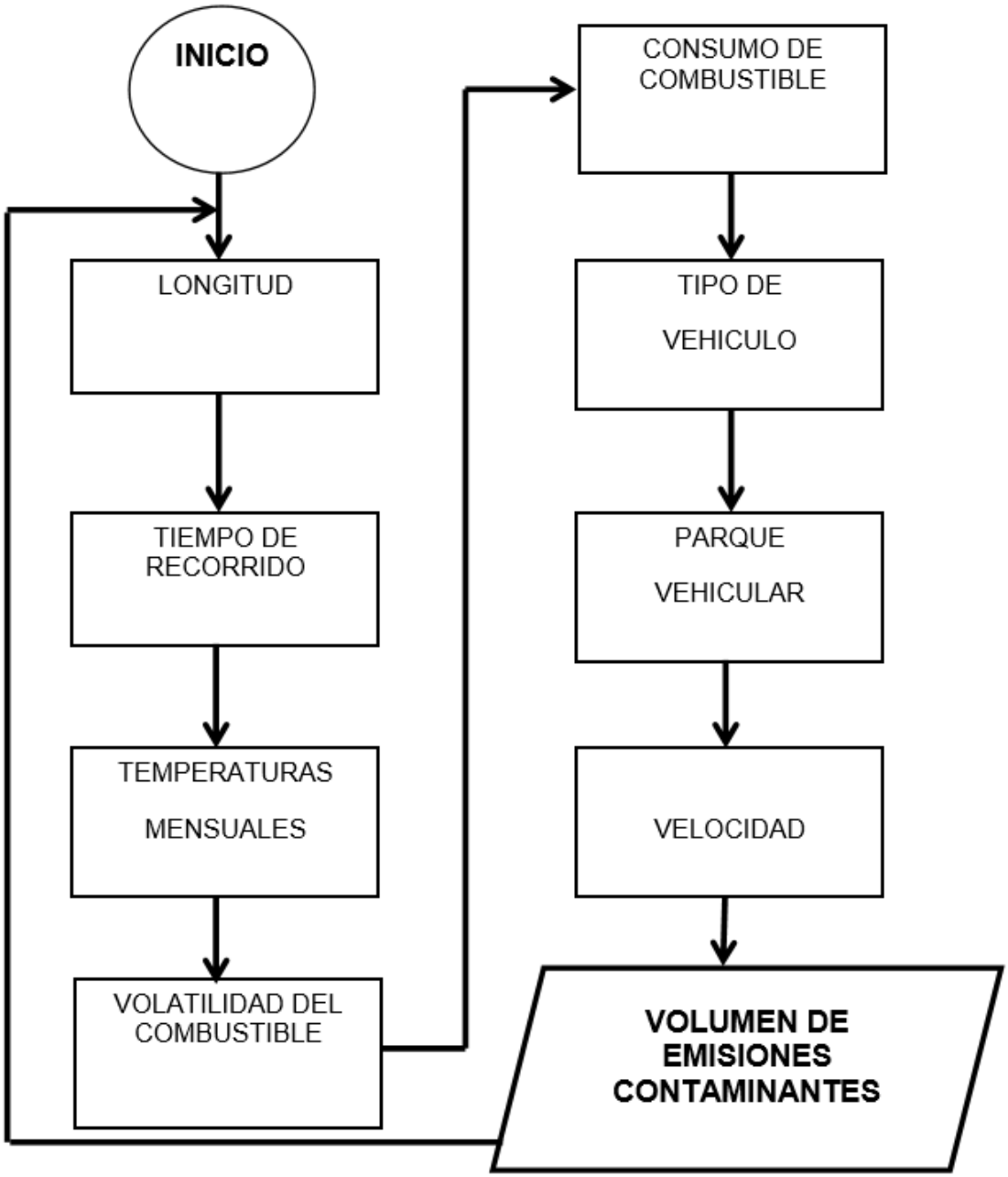
2.3 Metodología

Para realizar el cálculo de emisiones contaminantes tanto de vehículos particulares (automóviles y camionetas *pick-up*), como de camiones de pasajeros, junto con el de un hipotético tren de pasajeros en el corredor de estudio comprendido entre las ciudades de León y Querétaro, en la región del Bajío, se empleó el programa Copert 4, de distribución gratuita en su versión 10.0.

El programa Copert 4 se utiliza para cuantificar los gases de escape de automóviles automotores, para lo cual es necesario contar con la siguiente información:

- longitud del tramo carretero
- tiempo de recorrido
- condiciones climatológicas (temperaturas mensuales máximas y mínimas)
- volatilidad del combustible
- clasificación vehicular, de acuerdo con la normativa europea en materia de emisiones
- consumo de combustible
- aforo vehicular

En la figura 2.1, se explica, mediante un diagrama de flujo, la metodología empleada para el cálculo de emisiones contaminantes. En primer lugar, se realizó para vehículos particulares; posteriormente para camionetas particulares tipo *pick-up*; luego para autobuses de pasajeros, y por último, apoyados en la equivalencia de capacidad de combustible de una locomotora en comparación con un autobús, el cálculo se realizó para el tren de pasajeros.



Fuente: Cordero y Arredondo, 2016.

Fig. 2.1. Diagrama de flujo del proceso de cálculo de emisiones

2.4 Tipos de contaminantes

El vehículo automotor funciona a base de un mecanismo de combustión interna, el cual genera dos tipos de emisiones contaminantes: la primera es de tipo evaporativa y la segunda es generada por el tubo de escape del vehículo.

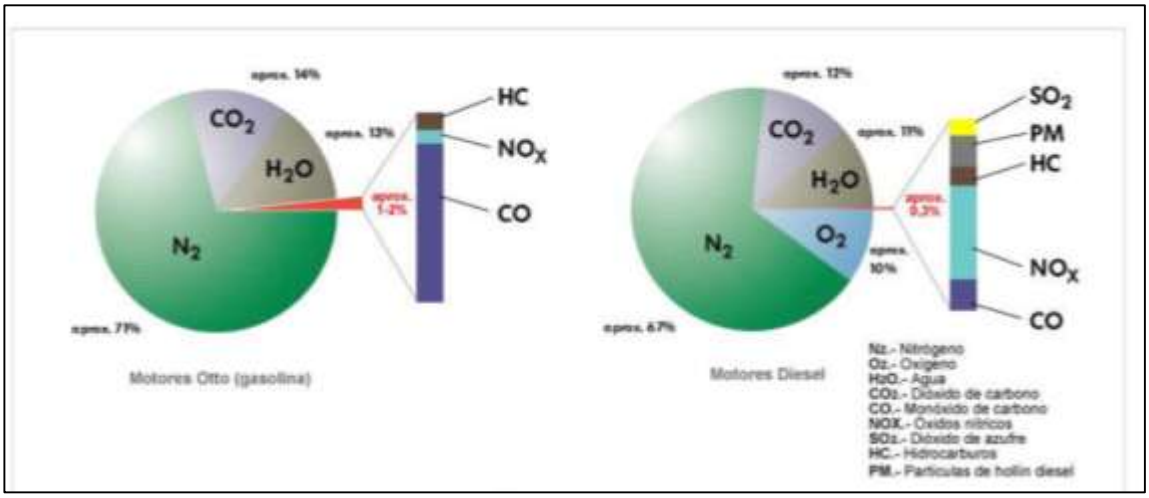
La emisión evaporativa es aquella causada por la evaporación del combustible utilizado para poner en marcha el vehículo. Esta evaporación puede darse lo mismo cuando el vehículo está estático o sin movimiento que cuando está en movimiento. En ambas ocasiones, se emiten contaminantes, principalmente hidrocarburos. La magnitud con que se generan estos contaminantes depende en gran medida del clima, la altimetría del lugar, la temperatura ambiente y la presión de vapor del combustible.

La emisión generada por el tubo de escape del vehículo es producto de la quema del combustible, ya sea de gasolina o diésel. Estas emisiones dependen de las características del vehículo, su tecnología y su sistema de control de emisiones. Algunos de los contaminantes generados son monóxido y bióxido de carbono, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno y partículas, al igual que plomo.

En la figura 2.2, se muestra el diagrama de un vehículo automotor, que especifica cada una de las áreas donde se generan emisiones, así como los diferentes contaminantes producidos ahí. En la figura 2.3 se muestra la composición de cada gas de escape según el tipo de motor.

Fuente: Arredondo, 2011.

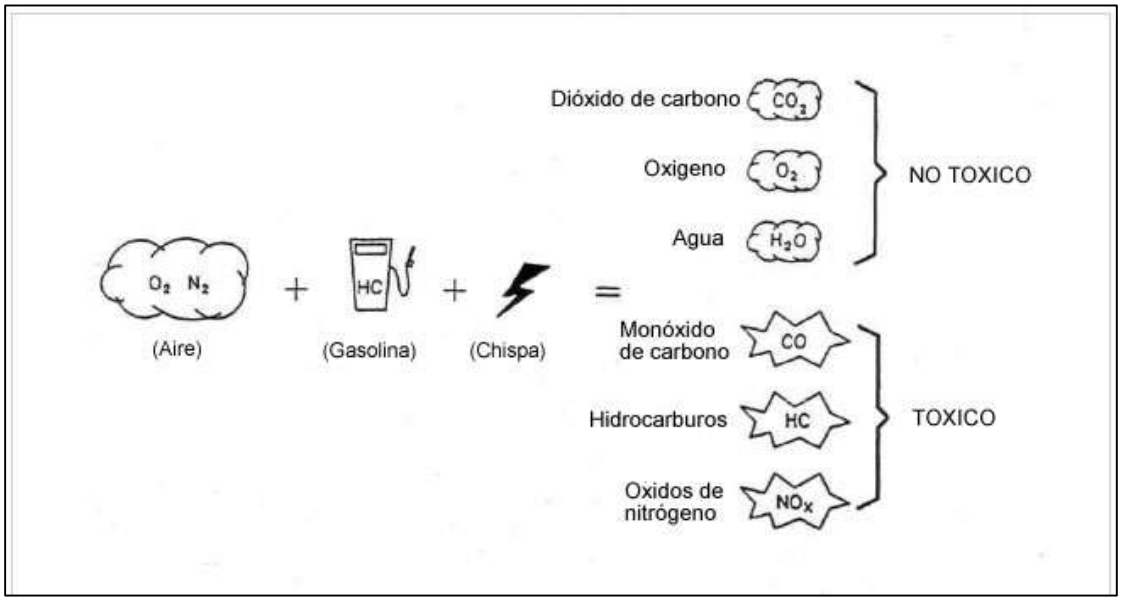
Fig. 2.2. Emisiones contaminantes generadas por la evaporación y el tubo de escape de un vehículo automotor



Fuente: http://www.aficionadosalamecanica.net/emision-gases-escape.htm.

Fig. 2.3. Composición de los gases de escape de motor a gasolina y motor a diésel

Debido a su mecanismo, el motor de combustión interna no es capaz de quemar por completo el combustible en los cilindros. Pero si esta combustión incompleta no se regula, mayor será la cantidad de sustancias nocivas expulsadas en los gases de escape hacia la atmósfera. Entre los gases generados en la combustión, se cuentan algunos nocivos para la salud.



Fuente: http://www.aficionadosalamecanica.net/emision-gases-escape.htm.

Fig. 2.4. Combustión de la mezcla y emisiones de escape

Para los fines que se persiguen con el presente trabajo, se describirán sucintamente los contaminantes más importantes a calcular con el apoyo del programa Copert, entre los que destacan:

- monóxido de carbono (CO)
- óxidos de nitrógeno (NOX)
- óxido nitroso (N_2O)
- partículas
- dióxido de carbono (CO_2)
- dióxido de azufre (SO_2)
- metales pesados

2.4.1 Monóxido de carbono (CO)

Como uno de los principales contaminantes, en las ciudades el monóxido de carbono se genera durante la combustión incompleta de combustibles con contenido de carbono, principalmente la gasolina, que es de corta duración en la atmósfera y la variable espacial. Se trata de un gas incoloro, inodoro, insípido y venenoso que puede causar daños importantes a los seres humanos y la fauna.

La exposición a este contaminante a niveles muy altos puede inhibir la capacidad de la sangre para transportar oxígeno a los órganos y tejidos, además de aumentar la tensión en el corazón y los pulmones, causar alteraciones en los sistemas nervioso y cardiovascular, y deteriorar la visión, la destreza manual y la capacidad de aprendizaje.

2.4.2 Óxidos de nitrógeno (NO_X)

Los óxidos de nitrógeno (NO_x) se refieren al óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO_2). Ambos se producen a altas temperaturas durante los procesos de combustión, lo que ocasiona la unión de nitrógeno y oxígeno en el diésel y gasolina del motor de escape de vehículos. El nitrógeno en los combustibles se convierte en NO_x, del cual el 95 por ciento se emite como NO y el resto como NO_2.[6] El NO_2 representa la principal amenaza para los seres humanos, al generar cambios significativos en la función pulmonar en personas con padecimientos asmáticos e irritación de las vías respiratorias, así como en la naturaleza, lo que contribuye a la lluvia ácida, la formación de productos secundarios de la química atmosférica y la producción de suelo

[6] OMS, 2006, p.12

2.4.3 Óxido nitroso (N_2O)

El óxido nitroso es un compuesto químico incoloro, considerado como parte de los gases de efecto invernadero (GEI), al que se le atribuye aproximadamente el 6 por ciento del efecto de calentamiento de la atmósfera[7] debido a que no da lugar a ninguna reacción con átomos de oxígeno, además de que el NO, a su vez, reacciona con la capa de ozono.[8] Ravishankara establece que el N_2O es el compuesto en las emisiones con el mayor efecto en la capa de ozono y que se espera que sea el más abundante en todo el siglo XXI.[9]

2.4.4 Partículas

Las partículas contaminantes en el aire —o partículas— comprenden el material en fase sólida o líquida suspendido en la atmósfera, producidas por las reacciones químicas de gases emitidos a la atmósfera, por el transporte motorizado.

Esas partículas se clasifican de acuerdo con su tamaño: PM_{1O} (menores que 10 micrómetros, conocidas como partículas inhalables), $PM_{2.5}$ (menores que 2.5 micrómetros, conocidas como partículas finas) y ultrafinas (fracciones de partículas).

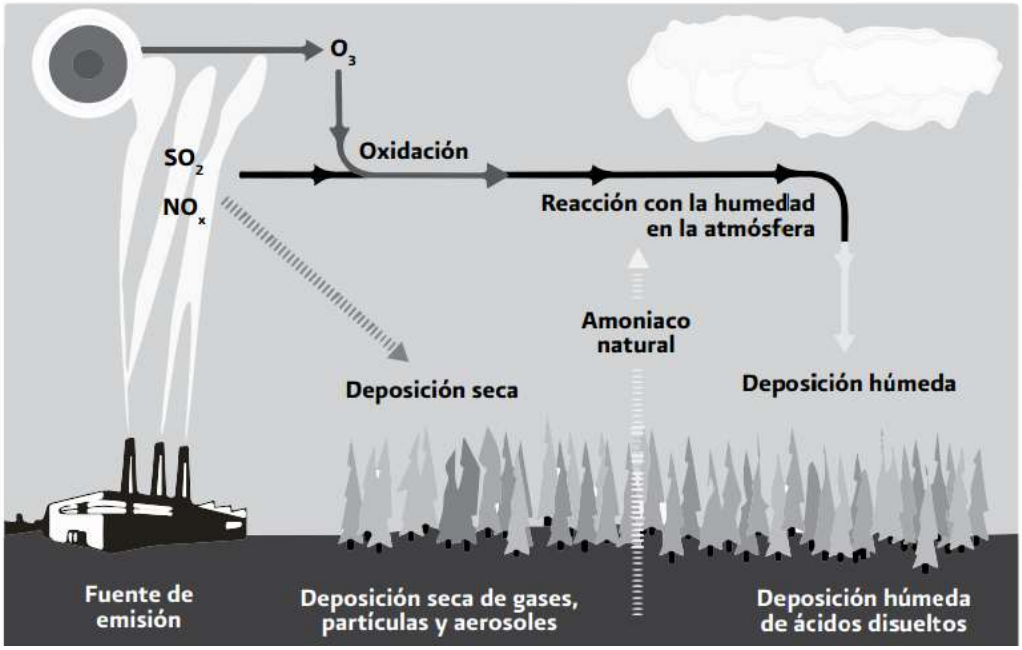
Con la quema de combustibles fósiles se emiten otras partículas, como las de carbono, compuestas principalmente de carbono, tanto en su forma elemental (elemental de carbono o CE) (en forma de hidrocarburos aromáticos policíclicos [HAP]) como de compuestos orgánicos (carbono orgánico u OM) de baja volatilidad.[10]

[7] Russell, 2007.

[8] IPCC, 2007, p. 149.

[9] Ravishankara *et al*., 2009, pp. 123-125.

[10] OMS, 2006, p. 14.



Fuente: http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/695/importancia.pdf

Fig. 2.5. Esquema de deposición de partículas suspendidas

Los efectos de la exposición a las PM son:

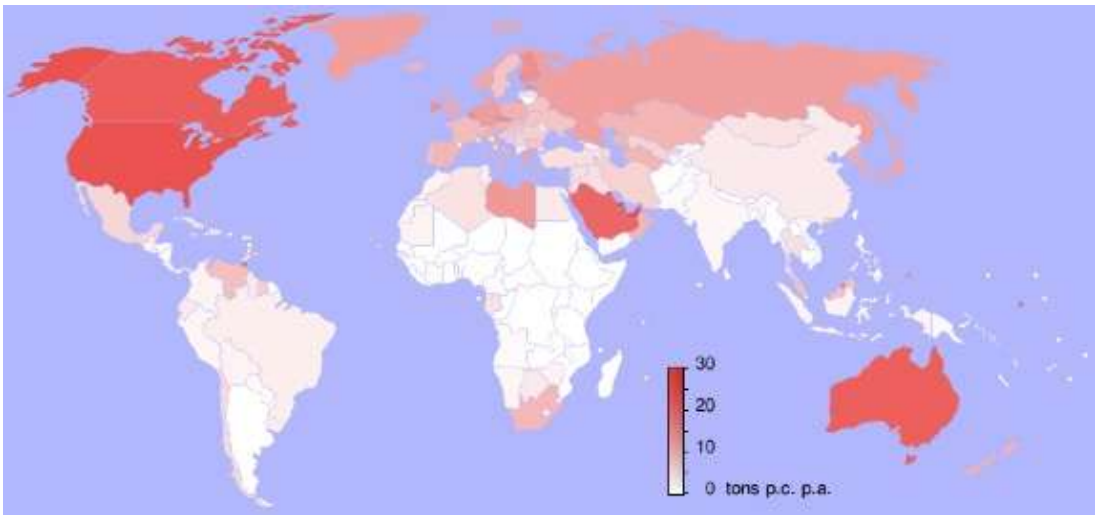
a) Aumento del riesgo de cáncer y los efectos de la mortalidad.

b) Agravación de enfermedades respiratorias como la bronquitis crónica y ataques de asma.

c) Propensión a enfermedades cardiacas y daños pulmonares.

2.4.5 Dióxido de carbono (CO_2)

Compuesto químico de oxígeno y carbono, en parte producido por la quema de combustibles fósiles, el dióxido de carbono es un gas incoloro e inodoro a temperatura y presión estándar, considerado como un precursor del efecto invernadero, además de representar del 9 al 26 por ciento de la cuota total en el efecto de calentamiento.



Fuente: OMM, 2013.

Fig. 2.6. Mapa mundial de emisiones de CO_2

Fuente: OMM, 2013.

Fig. 2.7. *Ranking* mundial de emisiones de CO_2

2.4.6 Dióxido de azufre (SO_2)

El dióxido de azufre es un compuesto químico y un gas incoloro y aromático. Es la principal fuente en la combustión de combustibles que contienen azufre. Sus efectos negativos en la salud humana y el medio ambiente están relacionados con cambios en la función pulmonar en asmáticos, exacerbaciones de los síntomas respiratorios, la contribución a la lluvia ácida y la formación de partículas en la atmósfera.

2.4.7 Metales pesados

Los metales pesados son los elementos químicos que presentan propiedades metálicas y están presentes en ecosistemas en una amplia gama de niveles de concentración. En la actualidad, el transporte urbano es considerado como una de sus fuentes antropogénicas; los metales pesados están contenidos en los combustibles fósiles y se emiten a la atmósfera como resultado de procesos de combustión.

Tabla 2.1 Efectos de los metales pesados en la salud

METALES PESADOS	EFECTOS EN LA SALUD
Plomo (Pb)	Afecta el desarrollo intelectual de los niños y su comportamiento.
	En niveles altos, aumenta la incidencia de abortos espontáneos en las mujeres, afecta la función renal y aumenta la presión sanguínea.
	Empeora las enfermedades respiratorias y cardiovasculares.
	Daña el sistema nervioso.
	Daños cerebrales y trastornos de la sangre.
Cadmio (Cd)	La inhalación de Cd que contienen los vapores puede causar fiebre de humos metálicos. Si progresa, puede causar neumonitis química, edema pulmonar y la muerte.
	Causa anomalías renales.
Cromo (Cr)	El polvo de cromato eleva el riesgo de cáncer.
Cobre (Cu)	En exceso puede causar deficiencia de zinc.
Nikel (Ni)	El sulfuro de níquel de humos y polvo es cancerígeno.
	Ocasiona afecciones en la piel (dermatitis).
Selenio (Se)	En niveles altos, provoca trastornos gastrointestinales, pérdida de cabello, desprendimiento de uñas, fatiga, irritabilidad y daño neurológico.
	En casos extremos, puede causar cirrosis hepática, edema pulmonar y la muerte.
Zinc (Zn)	La excesiva absorción de zinc inhibe la absorción de hierro y cobre.

Fuente: Huerta (2009).

Algunos de estos elementos son necesarios para el ser humano en pequeñas cantidades, mientras que otros —como plomo, cadmio, cromo, níquel, cobre, selenio y zinc— son cancerígenos o tóxicos en concentraciones elevadas.

2.5 Normativa europea en materia de emisiones (clasificación del parque vehicular)

Una norma europea sobre emisiones es un conjunto de requisitos que regulan los límites aceptables para las emisiones de gases de combustión de los vehículos nuevos vendidos en los Estados Miembros de la Unión Europea. Las normas de emisión se definen en una serie de directivas de la Unión Europea con implantación progresiva, cada vez más restrictivas.

Actualmente, las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOX), hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO) y partículas están reguladas para la mayoría de los tipos de vehículos, incluyendo automóviles, camiones, trenes, tractores y máquinas similares, barcazas, pero excluyendo barcos de navegación marítima y aviones. Para cada tipo de vehículo se aplican normas diferentes. El cumplimiento se determina controlando el funcionamiento del motor en un ciclo de ensayos normalizado. Los vehículos nuevos no conformes tienen prohibida su venta en la Unión Europea, pero las normas nuevas no son aplicables a los vehículos que ya están en circulación. En estas normas no se obliga el uso de una tecnología en concreto para limitar las emisiones de contaminantes, aunque se consideran las técnicas disponibles a la hora de establecer las normas.

Con base en la clasificación propuesta en la normativa europea y agrupando el parque vehicular del corredor de estudio, se obtuvieron los siguientes datos que servirán de base para el cálculo de emisiones en la ruta León-Querétaro.

Tabla 2.2 Clasificación vehicular en los municipios principales del corredor de estudio, con base en la normativa europea sobre emisiones para automóviles cuyo combustible es gasolina

Tabla 2.3 Clasificación vehicular con base en la normativa europea sobre emisiones para automóviles a gasolina

Núm.	MUNICIPIO	NORMATIVA EUROPEA				
		GASOLINA				
		EURO I 1992	EURO II 1996	EURO III 2000	EURO IV 2005	EURO V 2009
1	SAN FRANCISCO DEL RINCÓN	6,880	3,348	3,885	2,569	2,545
2	LEÓN	87,476	32,539	56,277	50,123	61,688
3	SILAO	6,894	3,459	3,778	2,642	3,780
4	ROMITA	2,071	1,127	879	467	419
5	GUANAJUATO	9,935	3,951	6,634	6,283	9,000
6	IRAPUATO	26,202	10,193	17,089	15,884	19,152
7	SALAMANCA	17,906	6,885	9,966	8,370	9,649
8	VILLAGRÁN	2,549	1,429	1,648	955	900
9	JUVENTINO ROSAS	2,741	1,517	1,326	606	586
10	CELAYA	27,020	12,355	19,480	15,969	18,642
11	APASEO EL ALTO	2,934	1,649	1,354	644	746
12	APASEO EL GRANDE	3,034	1,611	1,370	677	692
		195,642	**80,063**	**123,686**	**105,189**	**127,799**

Fuente: Cordero y Arredondo (2017), con datos del gobierno del estado de Guanajuato.

Tabla 2.4 Clasificación vehicular con base en la normativa europea sobre emisiones para automóviles a diésel

Núm.	MUNICIPIO	NORMATIVA EUROPEA				
		DIÉSEL				
		EURO I 1992	EURO II 1996	EURO III 2000	EURO IV 2005	EURO V 2009
1	SAN FRANCISCO DEL RINCÓN	3	0	7	10	13
2	LEÓON	20	14	22	79	235
3	SILAO	1	1	3	5	42
4	ROMITA	1	0	3	0	0
5	GUANAJUATO	4	0	2	12	35
6	IRAPUATO	4	2	8	26	113
7	SALAMANCA	10	1	4	14	42
8	VILLAGRÁN	0	0	1	1	2
9	JUVENTINO ROSAS	2	1	1	1	3
10	CELAYA	10	4	5	41	90
11	APASEO EL ALTO	1	1	2	6	6
12	APASEO EL GRANDE	0	0	0	5	9
		56	**24**	**58**	**200**	**590**

Fuente: Cordero y Arredondo (2017), con datos del gobierno del estado de Guanajuato.

Tabla 2.5 Clasificación vehicular con base en la normativa europea sobre emisiones para automóviles eléctricos

Núm.	MUNICIPIO	NORMATIVA EUROPEA				
		ELÉCTRICO				
		EURO I 1992	EURO II 1996	EURO III 2000	EURO IV 2005	EURO V 2009
1	SAN FRANCISCO DEL RINCÓN	1	0	1	1	2
2	LEÓN	11	2	4	6	45
3	SILAO	0	0	0	0	0
4	ROMITA	0	0	1	0	0
5	GUANAJUATO	1	0	1	1	5
6	IRAPUATO	2	3	4	0	13
7	SALAMANCA	0	0	0	0	5
8	VILLAGRÁN	0	0	0	0	0
9	JUVENTINO ROSAS	0	0	1	0	0
10	CELAYA	0	0	2	5	8
11	APASEO EL ALTO	0	2	2	0	3
12	APASEO EL GRANDE	0	0	0	0	0
		15	**7**	**16**	**13**	**81**

Fuente: Cordero y Arredondo (2017), con datos del gobierno del estado de Guanajuato.

2.6 Ventajas del transporte privado y costos

“Transporte privado” es el término que comúnmente se utiliza para referirse a los servicios de transporte que no están abiertos o disponibles para el público en general. Técnicamente, el transporte privado se diferencia del público en tres aspectos: Primero, el transporte privado no está sujeto a rutas, es decir, el usuario selecciona el camino que considere más conveniente para llegar a su destino. Segundo, no depende de horarios, a diferencia del transporte público donde el horario del viaje está sujeto a la disponibilidad de los servicios. Tercero, la velocidad es selección del viajero (dentro de las limitaciones físicas del vehículo, las restricciones legales y la capacidad de la infraestructura).

Dentro de los sistemas de transporte, aquellos clasificados dentro del transporte privado se diferencian principalmente de los de transporte público porque los

vehículos no forman parte de la oferta de transporte. Por ejemplo, en un sistema de autobuses, la demanda son los pasajeros y la oferta son los autobuses, las estaciones, los horarios, las vías y los conductores. Por el contrario, para los viajes en automóvil, la demanda son los viajeros y sus automóviles, y la oferta son las vías.

Ejemplos de transporte privado son:

- taxi
- bicicleta
- automóvil
- motocicleta

Las principales ventajas del transporte privado son:

- manejabilidad propia (mayor comodidad)
- mayor velocidad

A continuación se presentan los costos de operación de automóviles privados para traslados interurbanos (en donde hay un mayor rendimiento de combustible).

Tabla 2.6 Costo de operación para vehículos privados

Concepto	**Costo x km**
Combustible	$1.00
Mantenimiento	$0.27
Neumáticos	$0.83
Seguro	$0.33
Impuestos	$0.03
Inversión inicial	$1.46
Total	**$3.92**

Fuente: Cordero y Arredondo, 2017.

En la zona de estudio, como se ha observado en páginas anteriores, existen tramos que tienen peaje o cuota, los cuales oscilan entre $1.20 y $1.70 por kilómetro, por lo cual para efectos de este trabajo se considerará un valor de $1.50/km en carreteras de cuota, lo que eleva el costo por km en esos casos hasta el orden de $5.50/km.

2.7 Ventajas del transporte masivo y sus costos

El transporte público es el término aplicado al transporte colectivo de pasajeros. A diferencia del privado, los viajeros de transporte público tienen que adaptarse a los horarios y a las rutas que ofrezca el operador. Usualmente los viajeros comparten el medio de transporte y está disponible para el público en general. Incluye diversos medios como autobuses, trolebuses, tranvías, etc.

El transporte público urbano puede ser proporcionado por una o varias empresas privadas o por consorcios de transporte público. Los servicios se mantienen mediante cobro directo a los pasajeros. Normalmente son servicios regulados y subsidiados por autoridades locales o nacionales.

Las ventajas del transporte masivo, a grandes rasgos, son las siguientes:

- ahorro de energía
- menor contaminación ambiental
- no existen problemas de estacionamiento
- menor costo

En contraparte, las desventajas de este tipo de transporte son:

- adaptación al horario del prestador de servicio
  menos rápido

Debido a que en este trabajo se estudia la movilidad interurbana, se centrará la atención solamente en las opciones existentes dentro de la zona de estudio, es decir, la opción de trasladarse mediante autobuses.

Analizando las tarifas de las principales corridas entre los destinos del corredor de estudio, se concluyó que el precio promedio por km es de $1.40, ello sin considerar los gastos que se tendrían que realizar para llegar a las centrales de autobuses, aunque estos costos, en el caso de aplicarlos, incrementarían el precio por km hasta aproximadamente $1.80, es decir, por lo menos la mitad del precio por moverse en automóvil privado.

3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ante los elevados niveles de contaminación causada por los vehículos automotores en México, lo que provoca enfermedades en las ciudades del centro del país, como la Ciudad de México, Querétaro y León, Gto., se busca realizar una cuantificación de las emisiones generadas hoy en día, así como una proyección a 30 años para que, con base en ello, se pueda realizar una evaluación de la rentabilidad de implementar un transporte ferroviario de pasajeros.

En la actualidad, las personas que se trasladan en la ruta de León, Guanajuato, a Santiago de Querétaro, Querétaro, prácticamente sólo se pueden mover por medio de autotransporte terrestre, en el cual existe un tramo libre y en ciertas zonas existe además carretera de cuota.

La importancia de este trabajo radica en obtener cuantificaciones reales de las emisiones producidas por los vehículos particulares y autobuses, de acuerdo con la normativa europea sobre emisiones, pero considerando los tipos de vehículos que circulan en el corredor de estudio, así como las condiciones climatológicas de la región. Los datos antes mencionados podrán ser utilizados por las autoridades para evaluar la posibilidad de vender los llamados “bonos de carbono”.

3.1 Huella de carbono

El cambio climático, provocado por la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) —en especial del CO_2—, es el azote de nuestro tiempo, y existen evidencias considerables de que la mayor parte del calentamiento global obedece a actividades humanas. Hoy día, casi todas las actividades que realizamos (movilidad y alimentación, entre otras) y bienes que poseemos y utilizamos (por ejemplo, bienes de consumo y para el hogar) implican consumir energía, lo que significa contribuir a las emisiones a la atmósfera.

Bajo este prisma, la huella de carbono representa tanto una medida para la contribución de las organizaciones cuando se asumen como entidades socialmente responsables, como un elemento más de concienciación para la adopción entre los ciudadanos de prácticas más sostenibles.

Con esta iniciativa se pretende cuantificar la cantidad de emisiones de GEI, medidas en emisiones de CO_2 equivalente, liberadas a la atmósfera como consecuencia de actividades humanas cotidianas o la comercialización de un producto. Este análisis abarca todas las etapas del ciclo de vida de un producto (desde la adquisición de las materias primas hasta su gestión como residuo), con lo que se permite a los consumidores decidir qué productos comprar, principalmente alimenticios, con base en la contaminación generada a lo largo de los distintos procesos por los que ha pasado.

La medición de la huella de carbono de un producto crea verdaderos beneficios para las organizaciones, además de permitir identificar las fuentes de emisiones de GEI de un producto. Esto permite definir mejores objetivos, políticas de reducción de emisiones más efectivas e iniciativas de ahorros de costo mejor dirigidas, gracias a un mejor conocimiento de los puntos críticos para la reducción de emisiones, que pueden o no ser responsabilidad directa de esas organizaciones que buscan mitigar su huella de carbono.

3.2 Aforos viales presentes

El conocimiento del volumen y el tipo de vehículo que circula en la red de carreteras permite determinar el grado de ocupación y las condiciones en que opera cada segmento de la red. El análisis de su evolución histórica es fundamental para definir las tendencias de su crecimiento y planear con oportunidad las acciones necesarias conducentes a evitar que alguno de sus tramos deje de prestar el nivel de servicio que demanda el tránsito usuario.

Por cuanto a infraestructura, dicha información es básica para estudiar el potencial de captación de tránsito de nuevos tramos, así como para definir sus características geométricas y estructurales. En la red de mantenimiento, es indispensable programar su modernización o reconstrucción, e identificar la necesidad de rutas alternativas.[11]

Como ya se ha mencionado, el tramo de estudio es el comprendido entre las ciudades de León y Querétaro. Para tales efectos, se consultaron las publicaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, específicamente de la Dirección General de Servicios Técnicos, tituladas “Datos viales”, documentos donde se registran los aforos en cada una de las carreteras en cuestión.

A fin de realizar una proyección, se tomaron los datos registrados desde el año 1980 que sirvieron de base para proyectar hasta el año 2040.

La ruta de estudio se dividió en un total de once tramos, los cuales se mencionan en la siguiente tabla:

[11] SCT, “Datos viales.”

Tabla 3.1 Tramos de la ruta de estudio y distancias en km

Núm.	RUTA	LONG. (km)
1	LEÓN-SILAO	30
2	SILAO-IRAPUATO	31
3	LIBR. IRAPUATO	11
4	IRAPUATO-SALAMANCA (LIBRE)	13
5	IRAPUATO-SALAMANCA (CUOTA)	13
6	LIBR. SALAMANCA	11
7	SALAMANCA-CELAYA (LIBRE)	31
8	SALAMANCA-CELAYA (CUOTA)	37
9	LIBRAMIENTO CELAYA	18
10	CELAYA-QRO (LIBRE)	43
11	CELAYA-QRO (CUOTA)	44

Fuente: Cordero y Arredondo, 2017.

Debido a que en este documento solamente se aborda el tema del transporte de pasajeros, los datos que se obtuvieron fueron para los de tipo A y B, es decir, automóviles y autobuses de pasajeros.

El aforo actual de cada uno de los tramos de estudio se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 3.2 Aforo actual en el corredor de estudio

TRAMO	TDPA TOTAL	TOTAL TIPO A	TOTAL TIPO B
LEÓN-SILAO	64,960	53,072	2,014
SILAO-IRAPUATO	53,601	40,603	2,285
LIBR. IRAPUATO	34,166	25,180	1,034
IRAPUATO-SALAMANCA (LIBRE)	33,523	28,444	553
IRAPUATO-SALAMANCA (CUOTA)	24,431	16,735	1,169
LIBR. SALAMANCA	31,578	20,462	2,353
SALAMANCA-CELAYA (LIBRE)	43,632	32,804	1,578
SALAMANCA-CELAYA (CUOTA)	27,140	17,406	1,683
LIBRAMIENTO CELAYA	8,819	3,741	412
CELAYA-QRO (LIBRE)	32,414	24,394	791
CELAYA-QRO (CUOTA)	28,443	19,682	1,180

Fuente: Cordero y Arredondo, 2017.

3.3 Aforos viales futuros

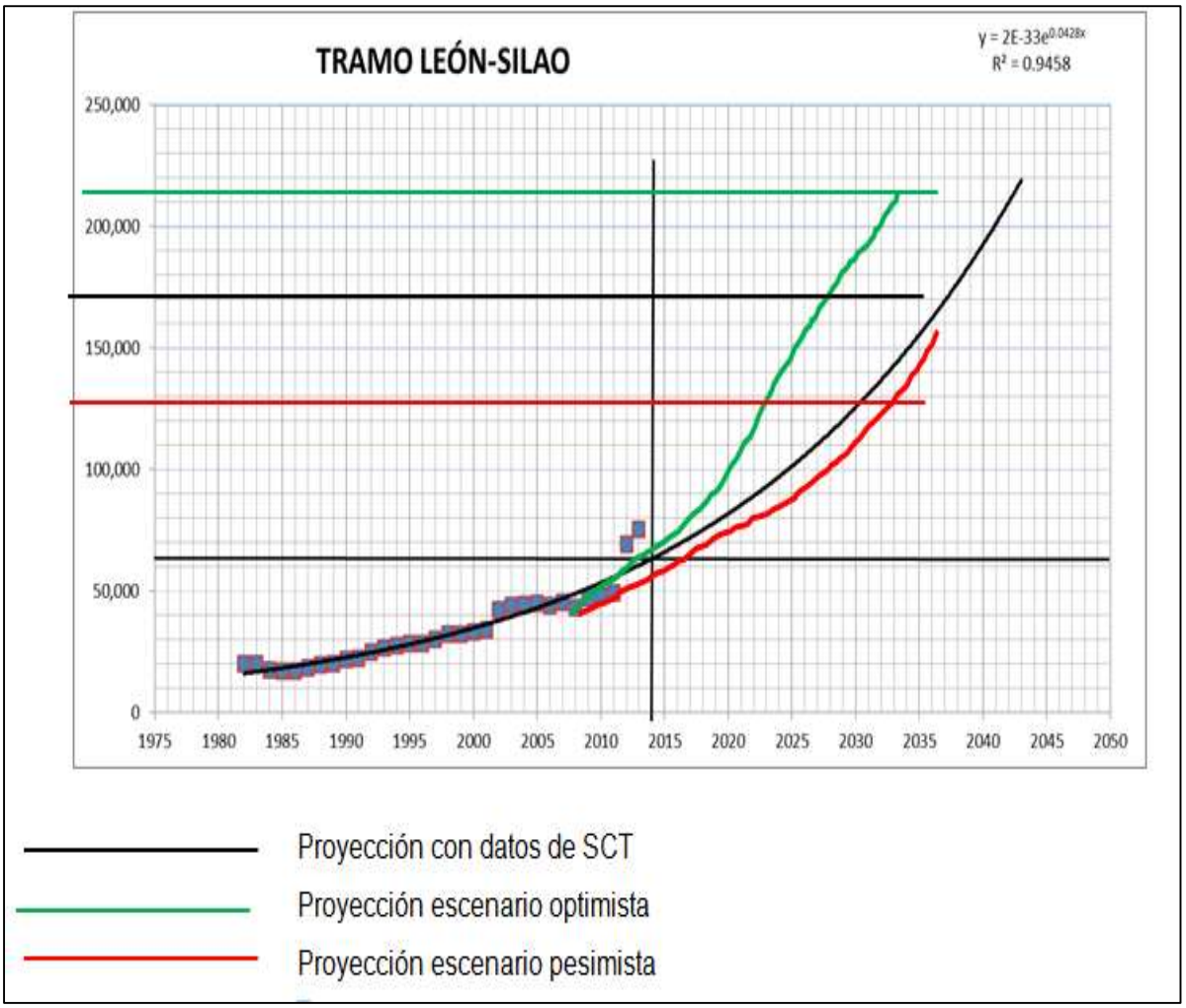
Con el fin de proporcionar un horizonte de crecimiento de la demanda del autotransporte terrestre, a continuación se presenta un análisis para las proyecciones del TDPA para el año 2040.

Para lograrlo, se enlistan las hipótesis para el cálculo de la posible demanda del autotransporte terrestre en el año 2040, obtenida a partir de las proyecciones de los volúmenes de tránsito.

- Se utilizan los valores máximos de las proyecciones del TDPA para 2040, obtenidos mediante el método de mínimos cuadrados, debido a que éstos representan la situación más conservadora, en cuanto a demanda de transporte, con base en los porcentajes de volumen de tránsito.

- Para el año en curso se consideró que los volúmenes de tránsito en cada sentido son de la misma magnitud, por lo que se estipula que para 2040 se conserve esta proporción de 50/50.
- Se considera que los porcentajes de cada tipo de vehículo, que circula en las carreteras en estudio, son iguales a los registrados actualmente.

Como se mencionó anteriormente, con los datos obtenidos de los datos viales, se realizó una proyección futura, construida con base en una figura realizada en hoja de cálculo, lo que arroja resultados como el siguiente:



Fuente: Cordero y Arredondo, 2017, con “Datos viales 2013”, SCT.

Fig. 3.1. Proyección en el tramo León-Silao del corredor de estudio

Al realizar la proyección a futuro, se propuso considerar dos escenarios adicionales al obtenido en la proyección con los datos de aforos registrados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con miras a poder analizar con mayor sensibilidad el abanico de posibilidades que se pueden presentar en el futuro en cuestión de movilidad.

Tabla 3.3 Aforos proyectados para el año 2040

TRAMO	TDPA TOTAL AÑO 2040	TDPA TOTAL AÑO 2040 OPTIMISTA	TDPA TOTAL AÑO 2040 PESIMISTA
LEÓN-SILAO	158,000	244,000	118,000
SILAO-IRAPUATO	100,000	145,000	78,000
LIBR. IRAPUATO	70,000	99,000	55,000
IRAPUATO-SALAMANCA (LIBRE)	74,000	109,000	57,000
IRAPUATO-SALAMANCA (CUOTA)	33,600	45,000	27,000
LIBR. SALAMANCA	65,000	93,000	51,000
SALAMANCA-CELAYA (LIBRE)	96,000	144,000	73,000
SALAMANCA-CELAYA (CUOTA)	56,000	84,000	43,000
LIBRAMIENTO CELAYA	18,000	26,000	14,000
CELAYA-QRO (LIBRE)	60,000	85,000	48,000
CELAYA-QRO (CUOTA)	68,000	97,000	53,000

Fuente: Cordero y Arredondo, 2017.

3.4 Estimación del volumen de pasajeros en el corredor de estudio

A efectos de poder realizar una propuesta de transporte ferroviario, es indispensable conocer el número de pasajeros que actualmente se mueven en el corredor de estudio.

De los datos vales publicados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, se puede obtener la cantidad de vehículos tipo A (automóviles) y tipo B (autobuses) que circulan en la ruta de estudio; es necesario, sin embargo, conocer la cantidad de pasajeros que cada vehículo transporta en promedio: para ello se trazaron tres escenarios.

Tabla 3.4 Escenarios de análisis propuestos para asignación de pasajeros en el corredor de estudio

ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
1 PASAJERO POR VEH. A	3 PASAJEROS POR VEH. A	4 PASAJEROS POR VEH. A
22 PASAJEROS POR VEH. B	22 PASAJEROS POR VEH. B	22 PASAJEROS POR VEH. B

Fuente: Cordero y Arredondo, 2017.

Como se puede observar, en los tres escenarios se considera un total de 22 pasajeros por autobús (dato obtenido del *Estudio de demanda Salamanca-León*, elaborado por la empresa Transconsult. Los valores empleados para los vehículos tipo A se propusieron de uno para el más conservador, pensando en que se traslada solamente el conductor; tres pasajeros —que se tomó del estudio antes mencionado— y cuatro pasajeros para el caso más optimista, en el que cada auto va prácticamente al máximo de su capacidad.

Tabla 3.5 Pasajeros que se mueven en el corredor de estudio

No.	TRAMO	TDPA	ESCENARIO 1 PAX TOTAL	ESCENARIO 2 PAX TOTAL	ESCENARIO 3 PAX TOTAL
1	LEÓN-SILAO	64,960	97,375	203,520	256,592
2	SILAO-IRAPUATO	81,189	138,752	262,647	324,594
3	IRAPUATO-SALAMANCA	51,821	76,125	154,271	193,344
4	SALAMANCA-CELAYA	97,500	174,769	311,952	380,543
5	CELAYA-QUERÉTARO	71,393	102,484	203,791	254,444
	TOTAL	**366,863**	**589,505**	**1,136,181**	**1,409,517**

Fuente: Cordero y Arredondo, 2017.

Tabla 3.6 Proyección de pasajeros que se moverían en el año 2040 dentro del corredor de estudio

Proyección con datos de la SCT

Núm.	TRAMO	TDPA 2040	ESCENARIO 1 PAX TOTAL	ESCENARIO 2 PAX TOTAL	ESCENARIO 3 PAX TOTAL
1	LEÓN-SILAO	158,000	236,842	495,014	624,100
2	SILAO-IRAPUATO	170,000	290,530	549,950	679,660
3	IRAPUATO-SALAMANCA	107,600	158,064	320,325	401,456
4	SALAMANCA-CELAYA	217,000	388,973	694,292	846,951
5	CELAYA-QUERÉTARO	146,000	209,583	416,757	520,344
	TOTAL	**798,600**	**1,283,992**	**2,476,338**	**3,072,511**

Fuente: Cordero y Arredondo, 2017.

Tabla 3.7 Proyección de pasajeros que se moverían en el año 2040 dentro del corredor de estudio

Proyección con crecimiento superior al esperado

Núm.	TRAMO	TDPA 2040	ESCENARIO 1 PAX TOTAL	ESCENARIO 2 PAX TOTAL	ESCENARIO 3 PAX TOTAL
1	LEÓN-SILAO	243,686	365,285	763,468	962,560
2	SILAO-IRAPUATO	244,128	417,215	789,754	976,024
3	IRAPUATO-SALAMANCA	154,272	226,625	459,267	575,588
4	SALAMANCA-CELAYA	321,119	575,606	1,027,421	1,253,328
5	CELAYA-QUERÉTARO	207,274	297,542	591,664	738,725
	TOTAL	**1,170,479**	**1,882,273**	**3,631,574**	**4,506,225**

Fuente: Cordero y Arredondo, 2017.

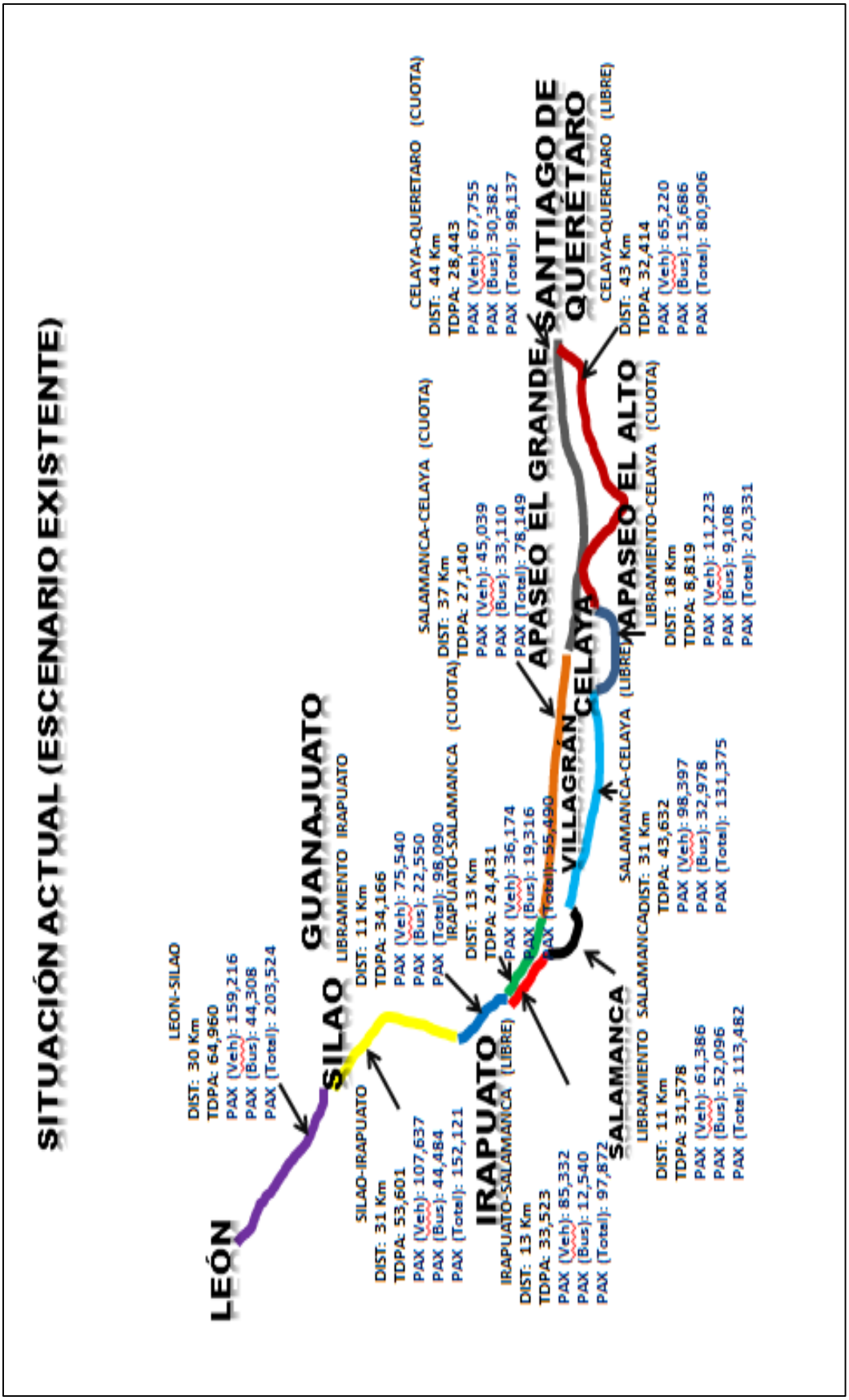
Tabla 3.8 Proyección de pasajeros que se moverían en el año 2040 dentro del corredor de estudio

Proyección con crecimiento inferior al esperado

Núm.	TRAMO	TDPA 2040	ESCENARIO 1 PAX TOTAL	ESCENARIO 2 PAX TOTAL	ESCENARIO 3 PAX TOTAL
1	LEÓN-SILAO	117,883	176,706	369,327	465,638
2	SILAO-IRAPUATO	133,190	227,622	430,870	532,494
3	IRAPUATO-SALAMANCA	84,467	124,082	251,458	315,146
4	SALAMANCA-CELAYA	166,609	298,646	533,065	650,275
5	CELAYA-QUERÉTARO	115,276	165,478	329,055	410,843
	TOTAL	**617,425**	**992,534**	**1,913,775**	**2,374,396**

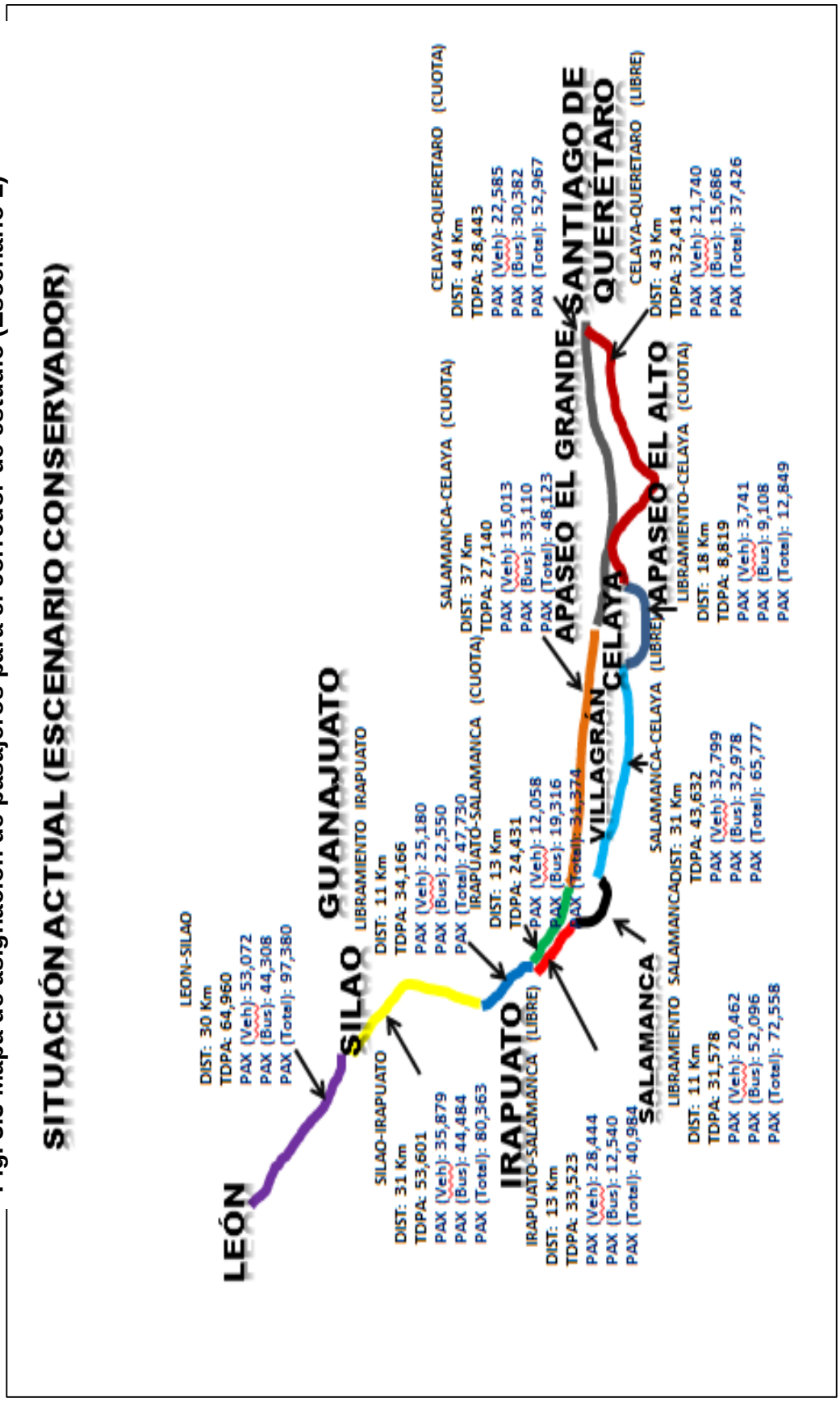
Fuente: Cordero y Arredondo, 2017.

Fig. 3.2. Mapa de asignación de pasajeros para el corredor de estudio (Escenario 1)



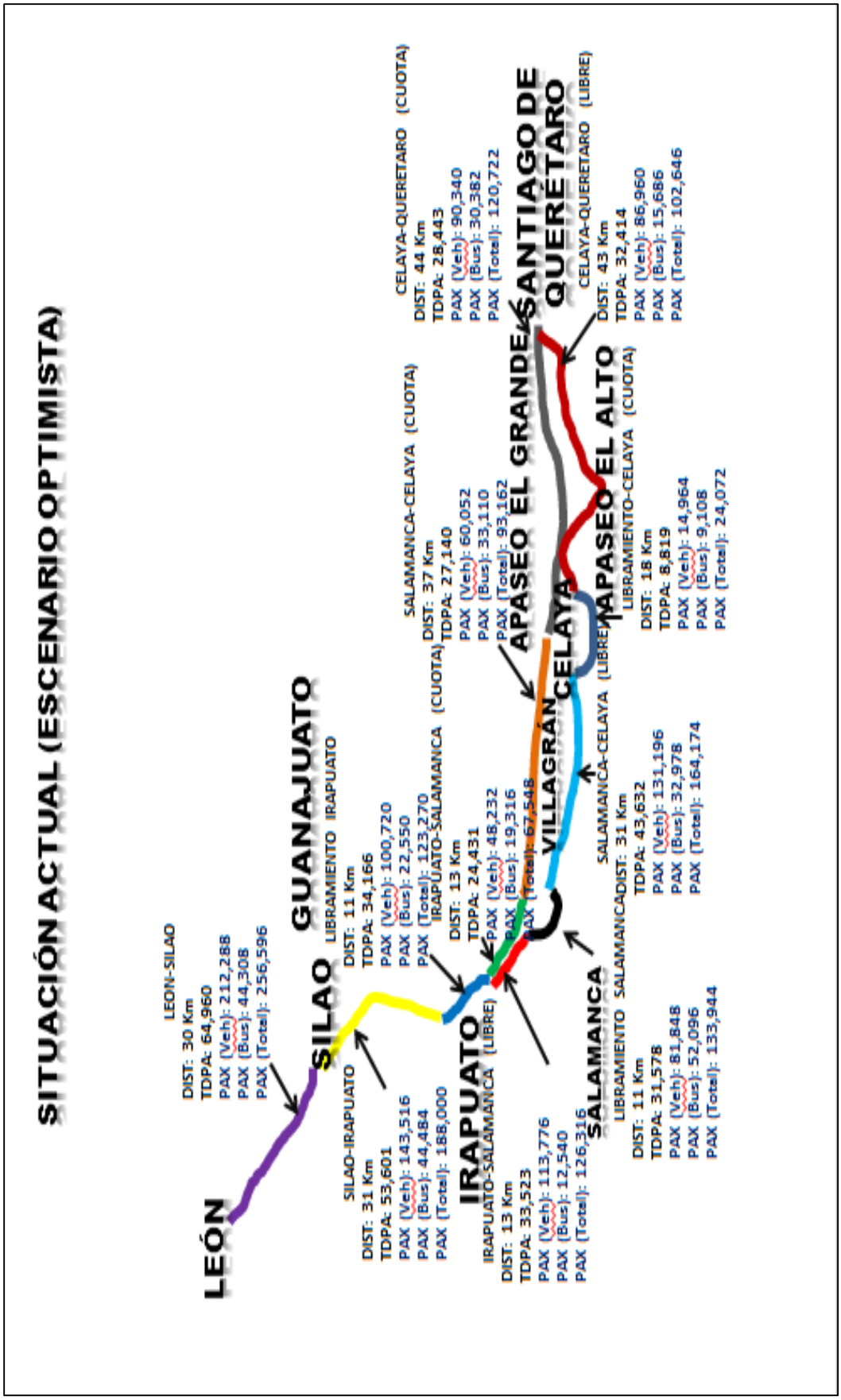
Fuente: Cordero y Arredondo, 2017.

Fig. 3.3 Mapa de asignación de pasajeros para el corredor de estudio (Escenario 2)



Fuente: Cordero y Arredondo, 2017.

Fig. 3.4. Mapa de asignación de pasajeros para el corredor de estudio (Escenario 3)



Fuente: Cordero y Arredondo, 2017.

4 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE EMISIONES CONTAMINANTES Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este apartado se planteará el procedimiento que se siguió para realizar el cálculo de emisiones contaminantes generadas por el tránsito vehicular, el transporte de pasajeros y el que tendría un hipotético ferrocarril diésel-eléctrico de pasajeros, aquí considerado si se implementara como sistema de transporte en el corredor de estudio comprendido entre las ciudades de León, Guanajuato, y Santiago de Querétaro, Querétaro.

A continuación, se enlistarán y se dará una breve descripción de cada uno de los datos requeridos para realizar el cálculo de emisiones mencionado anteriormente, utilizando el programa Copert 4, de distribución gratuita en su versión 10.0.

4.1 Datos para el programa de cálculo Copert

Teniendo como finalidad calcular emisiones contaminantes de vehículos automotores, el programa Copert 4 trabaja con fórmulas internas que introduce a una base de datos para hacer un cálculo de emisiones; a este programa hay que alimentarlo con una serie de variables descritas a continuación.

4.1.1 Longitud de tramos analizados

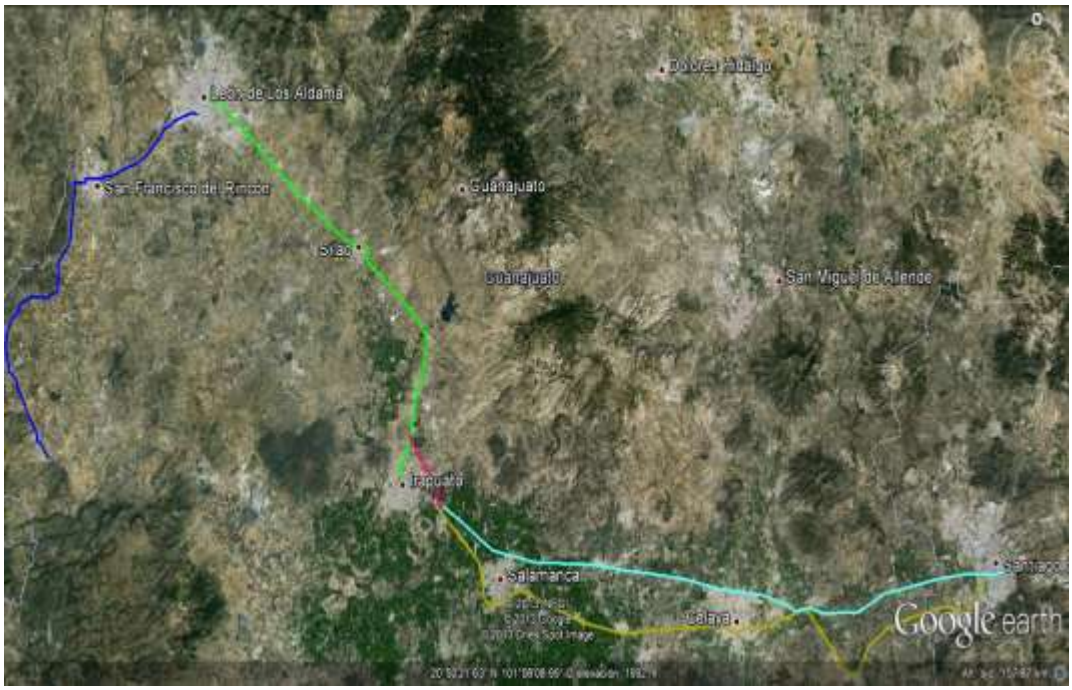
Con la intención de analizar con mayor facilidad el tramo de estudio entre las ciudades de León, Guanajuato, y Santiago de Querétaro, Querétaro, se decidió subdividir la ruta en los municipios de mayor relevancia.

La longitud entre las ciudades elegidas para formar el corredor se obtuvo de información de los portales electrónicos Google Maps y Traza tu Ruta de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Cabe subrayar que, en ocasiones, existen distintas carreteras entre una para llegar a un mismo sitio.

Tabla 4.1 Tramos carreteros de la zona de estudio

No.	RUTA	LONG. (Km)
1	LEON-SILAO	30
2	SILAO-IRAPUATO	31
3	LIBR. IRAPUATO	11
4	IRAPUATO-SALAMANCA (LIBRE)	13
5	IRAPUATO-SALAMANCA (CUOTA)	13
6	LIBR. SALAMANCA	11
7	SALAMANCA-CELAYA (LIBRE)	31
8	SALAMANCA-CELAYA (CUOTA)	37
9	LIBRAMIENTO CELAYA	18
10	CELAYA-QRO (LIBRE)	43
11	CELAYA-QRO (CUOTA)	44

Fuente: Cordero (2016) con datos del portal https://www.google.com.mx/maps y http://app.sct.gob.mx/sibuac_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta



Fuente: Cordero (2016) con imágenes satelitales del programa Google Earth.

Fig. 4.1. Mapa de la zona de estudio

4.1.2 Tiempos de recorrido

Una vez subdividido el corredor de estudio en tramos, utilizando la página electrónica de Google Maps se procedió a obtener el tiempo durante el cual el vehículo está en movimiento entre su origen y destino.

Tabla 4.2 Tiempos de recorrido

Núm.	RUTA	LONG. (km)	TIEMPO (MÍN)
1	LEÓN-SILAO	30	27
2	SILAO-IRAPUATO	31	23
3	LIBR. IRAPUATO	11	7
4	IRAPUATO-SALAMANCA (LIBRE)	13	9
5	IRAPUATO-SALAMANCA (CUOTA)	13	8
6	LIBR. SALAMANCA	11	8
7	SALAMANCA-CELAYA (LIBRE)	31	21
8	SALAMANCA-CELAYA (CUOTA)	37	21
9	LIBRAMIENTO CELAYA	18	19
10	CELAYA-QRO (LIBRE)	43	41
11	CELAYA-QRO (CUOTA)	44	25

Fuente: Cordero (2016) con datos del portal https://www.google.com.mx/maps y http://app.sct.gob.mx/sibuac_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta

4.1.3 Condiciones climatológicas

Uno de los datos solicitados por el programa de estimación de emisiones contaminantes Copert es la temperatura registrada mensualmente —mínima y máxima—, para el tramo León-Querétaro.

Con el propósito de obtener esta información, la investigación se llevó a cabo en diferentes fuentes, tanto en internet como en la Comisión Nacional del Agua (Conagua), dependencia con una red de estaciones climatológicas distribuidas a lo largo y ancho de la República Mexicana, que forman parte del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y cuyos datos son públicos y se pueden consultar en su portal electrónico.[12]

Con la información obtenida para los diferentes cálculos, se consultó una base de datos con todos los registros históricos, obtenidos durante el periodo de 1960 a la fecha, de la región mencionada. Mediante un minucioso trabajo de gabinete se localizaron las estaciones meteorológicas más cercanas a cada uno de los municipios principales que conforman el corredor de estudio. De cada estación se recopilaron los registros históricos meteorológicos, con la intención de que cada tramo pudiera evaluarse considerando las características propias de cada uno de ellos y, de esta manera, obtener resultados con mayor exactitud.

12 http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=181:guanajuato&catid=14:normales-por-estacion.

Fuente: Conagua, 2015.

Fig. 4.2. Ubicación de estaciones meteorológicas de la zona de estudio

4.1.4 Volatilidad del combustible

La volatilidad de un combustible corresponde a su capacidad para evaporarse; esto corresponde al rango de temperaturas entre que comienza a hervir la mezcla y se evapora la totalidad del líquido.

Esta propiedad del combustible afecta el arranque, calentamiento y desempeño de un vehículo.

Los valores de la volatilidad del combustible (RVP) se obtuvieron de la Norma Oficial,[13] que muestra las especificaciones de los combustibles fósiles para los vehículos automotores tomando en cuenta la protección ambiental (estos valores se indican en la tabla 4.3).

[13] NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005.

Tabla 4.3 Especificaciones de presión de vapor y temperaturas de destilación de las gasolinas según la clase de volatilidad

		CLASE DE VOLATILIDAD (1)			
Propiedad	**Unidad**	**AA**	**A**	**B**	**C**
Presión de Vapor Reid (2)	kPa (lb/pulg^2)	45 a 54 (6.5 a 7.8)	54 a 62 (7.8 a 9.0)	62 a 69 (9 a 10.0)	69 a 79 (10 a 11.5)
Temperatura máxima de destilación del 10%	°C(3)	70	70	65	60
Temperatura de destilación del 50%	°C	77 a 121	77 a 121	77 a 118	77 a 116
Temperatura máxima de destilación del 90%	°C	190	190	190	185
Temperatura máxima de ebullición final	°C	225	225	225	225
Residuo de la destilación, valor máximo	% vol	2	2	2	2

Fuente: NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005.

En la tabla 4.4. se muestran las zonas geográficas de distribución de gasolina de acuerdo con la Norma Oficial; en el caso de estudio, se utilizó la zona del Bajío.

En la tabla 4.5 se presenta la clase de volatilidad de gasolinas de acuerdo con las zonas geográficas y la época del año.

Tabla 4.4 Zonas geográficas de distribución de gasolina

Zona		Descripción [1]
Noreste		CE Cadereyta, TAD: Cd. Juárez, Chihuahua, Durango, Gómez Palacio, Matehuala, S.L.P., Santa Catarina, Sat. Monterrey, N. Laredo, Reynosa, Sabinas, Saltillo, Parral.
Centro-NE		TAD Cd. Madero, Cd. Mante, Cd. Valles, Cd. Victoria, Poza Rica, San Luis Potosí
Sureste		Campeche, Escamela, Jalapa, Mérida, TAD Pajaritos, Ver., Perote, Suptcia. Veracruz, CE Progreso, Puebla, Tehuacán, Tierra Blanca, Veracruz, Villahermosa, Tabasco.
Bajío		Aguascalientes, El Castillo, El Salto, Irapuato, León, Morelia, Uruapan, Zacatecas, Zamora, Tepic.
Centro		TAD Cuautla, Cuernavaca, Iguala, Pachuca, Toluca, Celaya, Querétaro. TAD 18 de Marzo Azcapotzalco, TS. Oriente A., TS Sur Barranca del Muerto, TS Norte S. Juan Ixhuatepec, Tula.
Pacífico	Z1	Acapulco, Colima, Lázaro Cárdenas, Manzanillo Term., Oaxaca, Oax., Salina Cruz, Tapachula, Tuxtla Gutiérrez
	Z2	Culiacán, Mazatlán
	Z3	Guamúchil Suptcia. V., Guaymas, La Paz, Navojoa, Topolobampo.
	Z4	Cd. Obregón, Ensenada, Hermosillo, Magdalena, Mexicali, Nogales, Rosarito (Tijuana).

(1) CTT (Centro de Transportación Terrestre) CE (Centro Embarcador)

TAD (Terminal de Almacenamiento y Distribución) TS (Terminal Satélite)

Fuente: NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005.

Tabla 4.5 Clase de volatilidad de las gasolinas de acuerdo con las zonas geográficas y la época del año

MES	Noreste	Centro-Noreste	Sureste	Bajío	Pacífico				Centro	ZMVM y ZMG	Monterrey
					Z1	Z2	Z3	Z4			
Enero	C-3	C	B	C	B	B	B	B	C	AA-3	C
Febrero	C-3	C	B	C	B	B	B	B	C	AA-3	C
Marzo	B-2	B	B	B	B	B	B	B	B	AA-2	B
Abril	B-2	B	B	B	B	B	B	B	B	AA-2	B
Mayo	B-2	B	A	B	A	B	B	B	B	AA-2	B
Junio	A-1	A	A	A	A	A	A	A	A	AA-2	B
Julio	A-1	A	A	A	A	A	A	A	A	AA-3	B
Agosto	A-1	A	A	A	A	A	A	A	A	AA-3	B
Septiembre	B-2	B	A	B	A	A	A	A	B	AA-3	B
Octubre	B-2	B	B	B	B	B	B	B	B	AA-3	C
Noviembre	C-3	B	B	C	B	B	B	B	C	AA-3	C
Diciembre	C-3	C	B	C	B	B	B	B	C	AA-3	C

En esta Tabla, A debe leerse como A-1, B como B-2, C como C-3, tal como se indica para la zona Noreste.

Fuente: NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005.

4.1.5 Clasificación vehicular

Este tema supuso la mayor cantidad de tiempo en la preparación del presente trabajo, ya que, con la intención de realizar un cálculo que considerara las características de la manera más apegada a la realidad, fue necesario conocer el parque vehicular que circula actualmente en el corredor de estudio. La dificultad estribó no sólo en el procesamiento de la información sino también en la gestión necesaria para su obtención.

Para ello se recurrió a la Secretaría de Transparencia y Rendición de Cuentas del Gobierno del Estado de Guanajuato, quien después de varios intentos infructuosos logró obtener la información con la entidad responsable de generarla (la Secretaría de Finanzas, Inversión y Administración del gobierno del estado de Guanajuato). Esta dependencia fue la encargada de proporcionar la información solicitada, misma que se ordenó de acuerdo con las características del vehículo: clase, antigüedad, tipo de combustible, marca, submarca, capacidad y municipio de registro.

Con estos datos, se procedió a ordenarlos de acuerdo con la Norma Europea de Emisiones, base del programa Copert.

La norma europea de emisiones incluye un conjunto de requisitos que regulan los límites aceptables para las emisiones de gases de combustión de los vehículos nuevos vendidos en los Estados Miembros de la Unión Europea. Las normas de emisión se definen en una serie de directivas de la Unión Europea, con implantación progresiva, pero cada vez más restrictivas.

Actualmente, las emisiones de óxido de nitrógeno (NOX), hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO) y partículas están reguladas para la mayoría de los tipos de vehículos, entre los que se incluyen automóviles, camiones, trenes, tractores y maquinas similares, barcazas, pero se excluyen los barcos de navegación marítima y los aviones. Para cada tipo de vehículo se aplican normas diferentes. El cumplimiento se determina controlando el funcionamiento del motor en un ciclo de ensayos normalizado. Los vehículos nuevos no conformes tienen prohibida su venta en la Unión Europea, pero las normas nuevas no son aplicables a los vehículos que ya están en circulación. En estas normas no se obliga el uso de una tecnología en concreto para limitar las emisiones contaminantes, aunque se consideran las técnicas disponibles a la hora de establecer las normas.

Según la cantidad de automóviles registrados en determinado periodo de años, se asigna una clasificación vehicular referente a las Normas Europeas (Euro 1 – Euro 5), cuya finalidad es limitar la contaminación producida por los mismos vehículos e introducir exigencias relativas a las emisiones de vehículos de motor y sus actualizaciones o innovaciones para emitir menos contaminantes. Estas normas también establecen parámetros y medidas que permiten mejorar el acceso a la información acerca de las reparaciones necesarias para los vehículos que se encuentren en condiciones “no óptimas” y promueven la producción rápida de vehículos que cumplan con las disposiciones mencionadas en cada norma.

Con base en esta información, cada dato se depuró, según la clasificación requerida. En esta investigación de caso, solamente se están incluyendo en el análisis y el cálculo los vehículos particulares y de carga ligera (*pick-ups*). El parque vehicular depurado queda de la siguiente manera:

Tabla 4.6 Agrupación de vehículos a gasolina de la zona de estudio de acuerdo con su modelo y norma correspondiente

No.	MUNICIPIO	CANTIDAD	HAB. 2015	REL. PERS. X VEHICULO	NORMATIVA EUROPEA GASOLINA				
					EURO I 1992	EURO II 1996	EURO III 2000	EURO IV 2005	EURO V 2009
1	SAN FRANCISCO DEL RINCON	19,274	119,510	6.2	6,880	3,348	3,885	2,569	2,545
2	LEON	288,642	1,578,626	5.47	87,476	32,539	56,277	50,123	61,688
3	SILAO	20,611	189,567	9.2	6,894	3,459	3,778	2,642	3,780
4	ROMITA	4,969	59,879	12.05	2,071	1,127	879	467	419
5	GUANAJUATO	35,871	184,239	5.14	9,935	3,951	6,634	6,283	9,000
6	IRAPUATO	88,716	574,344	6.47	26,202	10,193	17,089	15,884	19,152
7	SALAMANCA	52,860	273,271	5.17	17,906	6,885	9,966	8,370	9,649
8	VILLAGRAN	7,487	58,830	7.86	2,549	1,429	1,648	955	900
9	JUVENTINO ROSAS	6,786	83,060	12.24	2,741	1,517	1,326	606	586
10	CELAYA	93,646	494,304	5.28	27,020	12,355	19,480	15,969	18,642
11	APASEO EL ALTO	7,350	68,455	9.31	2,934	1,649	1,354	644	746
12	APASEO EL GRANDE	7,402	92,605	12.51	3,034	1,611	1,370	677	692
		633,614	**3,776,690**	**5.96**	**195,642**	**80,063**	**123,686**	**105,189**	**127,799**
					632,379				

Fuente: Cordero, 2016. Datos con base en datos proporcionados por el gobierno del estado de Guanajuato.

Tabla 4.7 Agrupación de vehículos a diésel de la zona de estudio de acuerdo con su modelo y norma correspondiente

No.	MUNICIPIO	CANTIDAD	HAB. 2015	REL. PERS. X VEHICULO	NORMATIVA EUROPEA GASOLINA				
					EURO I 1992	EURO II 1996	EURO III 2000	EURO IV 2005	EURO V 2009
1	SAN FRANCISCO DEL RINCON	14,652	119,510	8.16	9,742	1,126	1,324	1,100	725
2	LEON	111,486	1,578,626	14.16	61,726	8,195	12,114	11,315	9,176
3	SILAO	13,429	189,567	14.12	8,888	1,113	1,101	846	736
4	ROMITA	6,498	59,879	9.21	5,018	482	403	190	145
5	GUANAJUATO	18,112	184,239	10.17	8,015	1,263	2,311	2,925	2,405
6	IRAPUATO	40,061	574,344	14.34	22,760	2,987	4,155	3,502	3,302
7	SALAMANCA	22,647	273,271	12.07	14,102	1,763	2,166	1,726	1,468
8	VILLAGRAN	4,674	58,830	12.59	3,031	370	352	310	207
9	JUVENTINO ROSAS	7,652	83,060	10.85	5,798	559	468	247	133
10	CELAYA	42,109	494,304	11.74	23,420	3,043	4,373	4,002	3,226
11	APASEO EL ALTO	8,940	68,455	7.66	6,097	683	591	319	249
12	APASEO EL GRANDE	7,462	92,605	12.41	5,425	584	629	332	221
		297,722	**3,776,690**	**12.69**	**174,022**	**22,168**	**29,987**	**26,814**	**21,993**
					274,984				

Fuente: Cordero, 2016. Datos con base en datos proporcionados por el gobierno del estado de Guanajuato.

Como se puede observar en las tablas antes mostradas, la totalidad de automóviles de pasajeros en el estado de Guanajuato es de 633,614 unidades, de los cuales 632,379 —es decir, el 99.81%— utilizan como combustible gasolina, razón por la

cual se adoptó el criterio de realizar el cálculo para este tipo de vehículos como exclusivamente de gasolina.

Para el caso de camionetas tipo *pick-up* se procedió a efectuar el mismo ejercicio con el mismo criterio.

4.1.6 Consumo de combustible

El consumo de combustible de un automóvil depende de múltiples factores, tales como el proyecto del motor y la carrocería, la manera de conducir y las condiciones ambientales; éste se expresa generalmente en litros por cada 100 km, pero en ocasiones y cada vez con más frecuencia, se expresa en km/1. Los fabricantes indican un consumo normalizado.

En todos los motores, el combustible gastado se transforma sólo parcialmente (cerca de un tercio) en energía mecánica, con un rendimiento que depende de la relación de compresión, del carburador, de la forma de la cámara de explosión y del diagrama de distribución. El resto de la energía térmica generada en la combustión se expulsa en forma de calor por el motor, el radiador y los gases de escape. La energía mecánica del motor que queda disponible se emplea a su vez en:

- alcanzar una cierta velocidad (potencia gastada en arrancar);
- mantener una cierta velocidad (potencia gastada en vencer la resistencia del aire, los rozamientos de los neumáticos y las transmisiones), y
- subir una cuesta (potencia gastada en vencer la fuerza de la gravedad).

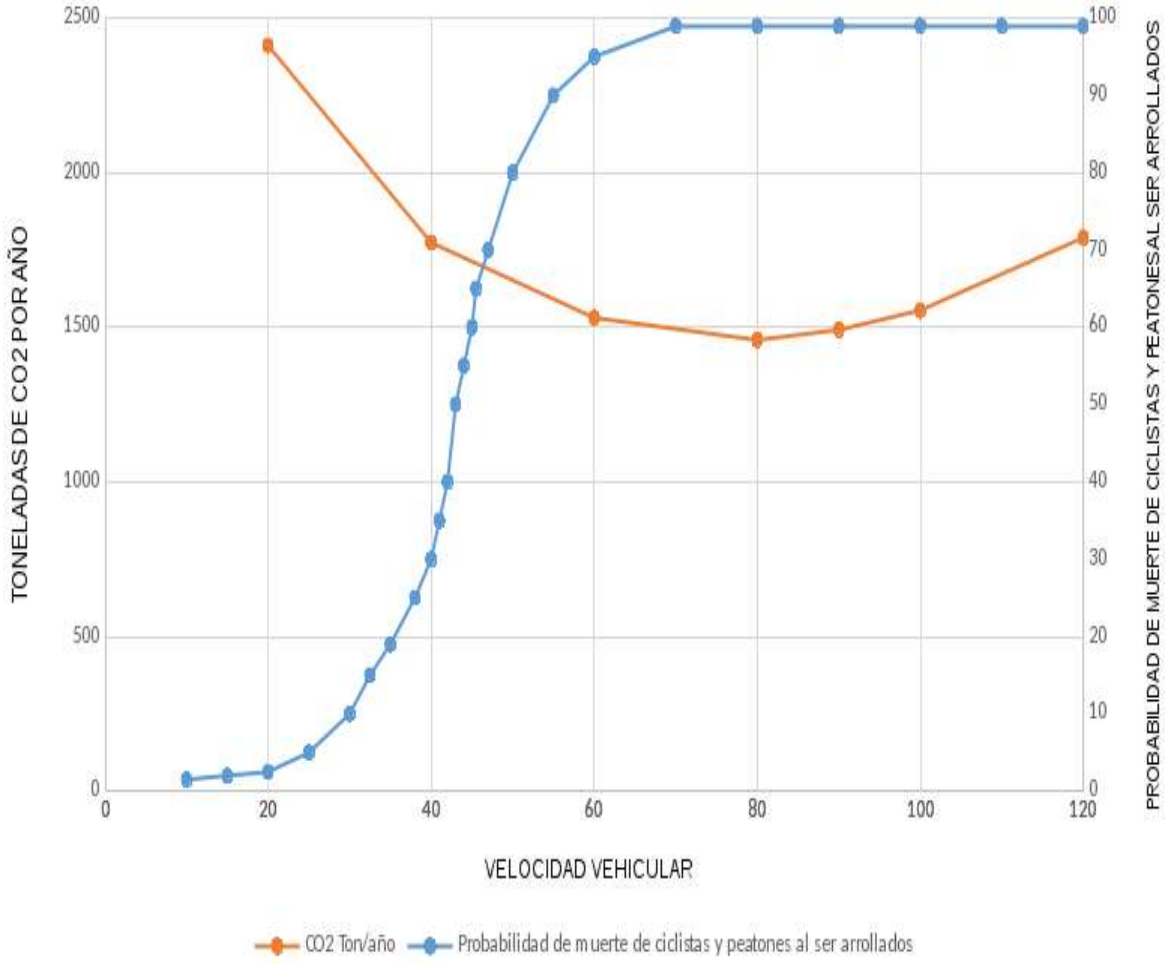
En promedio, la potencia consumida en arrancar representa aproximadamente un tercio de la energía disponible y depende, sobre todo, del peso del coche y de la carga que transporta.

En cambio, la potencia gastada en mantener la velocidad representa más del 60% del consumo total de combustible y depende esencialmente de la forma de la carrocería y de su resistencia aerodinámica. Por este motivo, el consumo aumenta con el cuadrado de la velocidad, por ser la forma en que varía la resistencia del aire.

El tercer tipo de energía representa generalmente una fracción muy pequeña, inferior al 10%, y no depende del motor ni del conductor, sino sólo del peso del coche y de la pendiente de la vía de circulación. Como inciso se indica que estas tres formas de energía están destinadas, antes o después, a transformarse en calor y a disiparse en el aire.

De las consideraciones antes expuestas se deduce que, para disminuir el consumo, un coche debe tener: un buen rendimiento termodinámico del motor (entre los automóviles nuevos de fábrica no existen diferencias apreciables en este sentido), un coeficiente de resistencia reducido de la carrocería, sección frontal pequeña y

poco peso. Todos son elementos que dependen del diseño del coche; el comprador, no obstante, puede escoger libremente entre los distintos modelos en función de las mejores características.



Fuente: Arredondo, Anaya y Rodea, 2016.

Fig. 4.3. Influencia de la velocidad vehicular en la contaminación del aire y en la probabilidad de muerte de ciclistas y peatones al ser arrollados

Para efectos del presente trabajo, se utilizaron rendimientos mostrados en el Portal de indicadores de eficiencia energética y emisiones vehiculares, y cuando no se obtuvieron los datos pertinentes, se aplicaron rendimientos estimados en función de la experiencia.

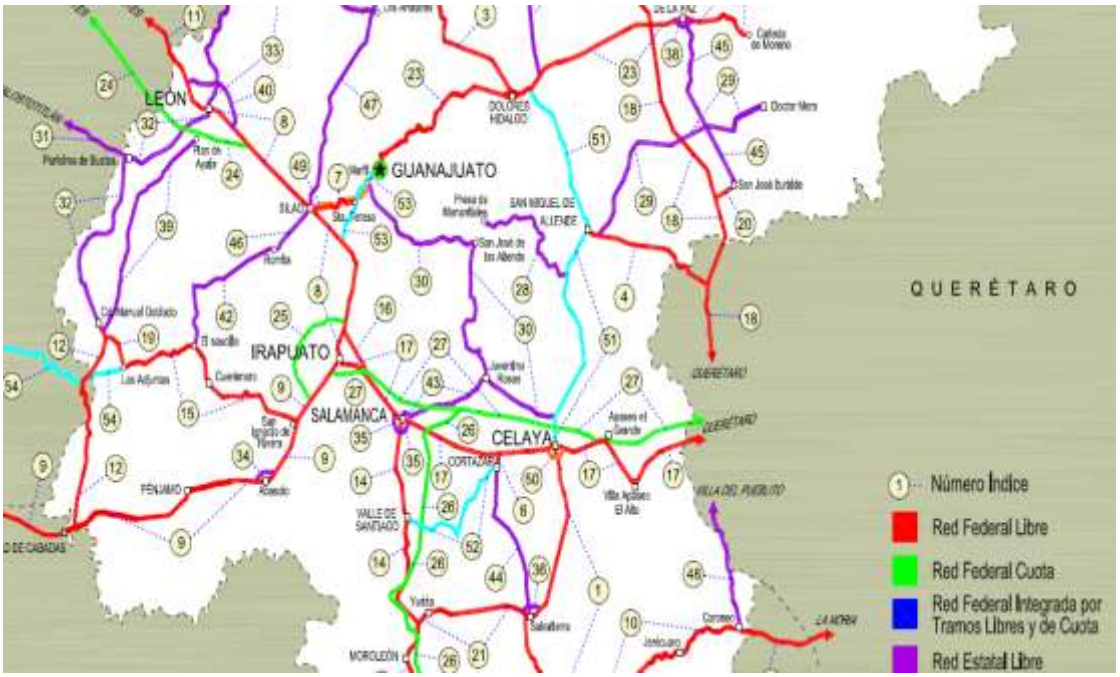
Tabla 4.8 Tabla de rendimiento de vehículos a gasolina

TIPO	CLASIFICACIÓN	RENDIMIENTO
AUTOMÓVIL	EURO I	5.5
	EURO II	7.0
	EURO III	8.5
	EURO IV	10.0
	EURO V	11.0

Fuente: Cordero, 2016, con datos de Ecoauto.

4.1.7 Aforo

Actualmente existen dos formas de comunicar la ciudad de León, Guanajuato, con la ciudad de Querétaro, Querétaro: éstas consisten básicamente en ir por la carretera libre de León a Irapuato y de ahí tomar la carretera de cuota, o bien continuar por la carretera libre. Actualmente se trabaja en la construcción de la autopista de cuota León-Salamanca, con lo cual se estima que a partir de 2016 el tramo de estudio tenga en su totalidad una ruta de cuota y otra libre.



Fuente: SCT, "Datos viales 2013."

Fig. 4.4. Mapa de carreteras con ubicación de estaciones de aforo en la red carretera del estado de Guanajuato

Para el presente trabajo se tomaron en cuenta los datos viales publicados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes desde el año 1980 hasta la fecha, teniendo al día de hoy los siguientes volúmenes vehiculares:

Tabla 4.9 Aforo vehicular en los tramos de estudio

TRAMO	TDPA TOTAL	TOTAL TIPO A	TOTAL TIPO B
LEÓN-SILAO	64,960	53,072	2,014
SILAO-IRAPUATO	53,601	40,603	2,285
LIBR. IRAPUATO	34,166	25,180	1,034
IRAPUATO-SALAMANCA (LIBRE)	33,523	28,444	553
IRAPUATO-SALAMANCA (CUOTA)	24,431	16,735	1,169
LIBR. SALAMANCA	31,578	20,462	2,353
SALAMANCA-CELAYA (LIBRE)	43,632	32,804	1,578
SALAMANCA-CELAYA (CUOTA)	27,140	17,406	1,683
LIBRAMIENTO CELAYA	8,819	3,741	412
CELAYA-QRO (LIBRE)	32,414	24,394	791
CELAYA-QRO (CUOTA)	28,443	19,682	1,180

Fuente: Cordero, 2016, con “Datos viales 2013” de la SCT.

Como se mencionó anteriormente, con el análisis de los datos viales que año con año ha publicado la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, se procedió a realizar una proyección de los volúmenes vehiculares futuros, apoyada en el programa Microsoft Excel 2010.

4.2 Emisiones contaminantes en la actualidad

Después de introducir los datos necesarios para el cálculo de las emisiones contaminantes, por medio del software Copert 10, se obtienen algunos resultados que pueden mostrarse de distinta forma, según se requiera. Lo anterior se refiere a tres clases de resultados: emisiones en caliente, emisiones en frío o, en el caso del presente proyecto, emisiones totales. Estas emisiones totales se derivan de los gases expulsados por el sistema automotor, que engloba todos los tipos de contaminantes generados por el combustible y los expulsados por el motor, cuando este sistema automotor está caliente o frío en reposo, o cuando está en circulación, y también las generadas por medio del escape de los vehículos.

Al realizar los cálculos en el programa Copert, se generan distintas emisiones contaminantes. Entre las cantidades arrojadas por este software, las más considerables son monóxido y bióxido de carbono, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno y partículas, descritas ampliamente en el capítulo de marco teórico.

Dichas emisiones son generadas tanto por vehículos como por autobuses.

Los cálculos realizados se llevaron a cabo con información referente al año 2014. Los datos de la SCT y Conagua, entre otros, emanan de los manuales y reglamentos generados ese mismo año.

Para cada modo de transporte, se realizó el procedimiento de cálculo de emisiones contaminantes, básicamente referente al tipo de combustible que se utiliza.

Los resultados de los cálculos generados por el Copert se depuran para resumirlos como se muestra a continuación:

Tabla 4.10 Emisiones actuales de automóviles para el tramo León-Silao

TRAMO LEÓN-SILAO (AUTOMÓVIL)					
SUSTANCIA	**EURO 1 (t/AÑO)**	**EURO 2 (t/AÑO)**	**EURO 3 (t/AÑO)**	**EURO 4 (t/AÑO)**	**EURO 5 (t/AÑO)**
CO	184.63	32.02	68.65	25.61	31.12
VOC	13.88	2.19	1.54	1.01	1.23
NMVOC	11.68	1.53	1.22	0.69	0.83
CH4	2.18	0.66	0.32	0.32	0.40
NOX	44.59	8.37	4.21	1.57	1.43
NO	42.81	8.03	4.09	1.53	1.39
NO2	1.79	0.33	0.13	0.04	0.04
N2O	1.23	0.24	0.04	0.04	0.04
NH3	9.65	5.45	4.30	3.64	4.41
PM2.5	0.94	0.38	0.52	0.44	0.54
PM10	1.39	0.57	0.81	0.69	0.84
PM (EXHAUST)	0.26	0.10	0.10	0.08	0.10
EC	0.07	0.03	0.01	0.01	0.01
OM	0.16	0.07	0.04	0.04	0.04
FC	5,901.98	2,338.33	3,852.63	3,452.82	4,195.16
CO2	18,328.38	7,261.59	11,964.22	10,722.61	13,027.92
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	1.25	0.51	0.79	0.68	0.83
Cadmio	0.07	0.03	0.04	0.04	0.05
Cobre	8.41	3.44	5.32	4.53	5.51
Cromo	0.47	0.19	0.30	0.26	0.31
Níquel	0.14	0.06	0.10	0.08	0.10
Selenio	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Zinc	18.01	7.20	11.65	10.29	12.50
TOTAL	**24,573.97**	**9,671.34**	**15,921.04**	**14,227.03**	**17,284.82**
	81,678.20				

Fuente: Cordero, 2016, con base en el programa Copert.

Tabla 4.11 Emisiones contaminantes de vehículos tipo A en el corredor de estudio

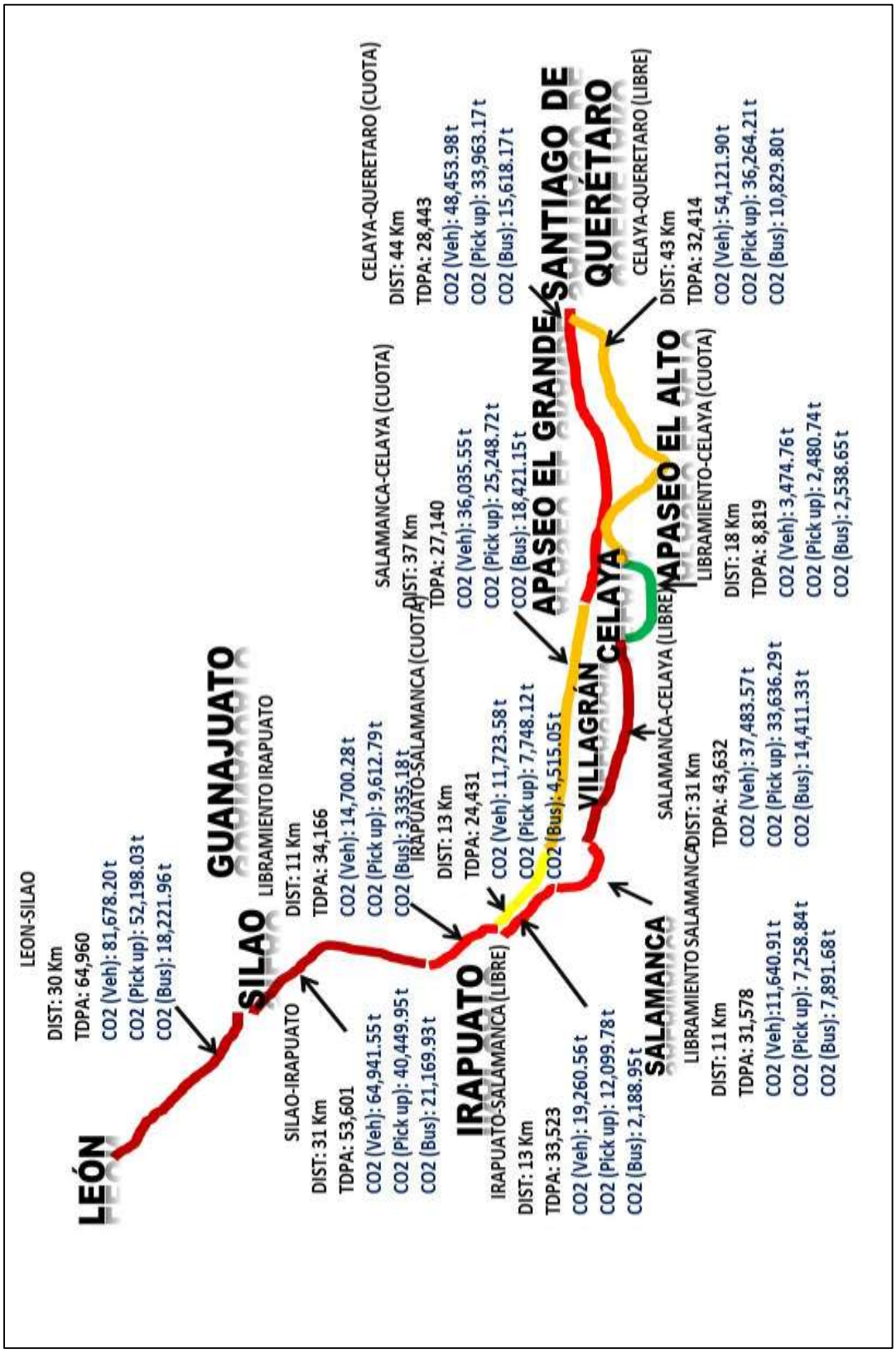
No.	RUTA	LONG.	Automoviles Emisiones (t)						Camionetas Emisiones (t)					
		(Km)	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Total	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Total
1	LEON-SILAO	30	24,573.97	9,671.34	15,921.04	14,227.03	17,284.82	**81,678.20**	33,124.33	4,196.85	5,669.79	5,058.92	4,148.14	**52,198.03**
2	SILAO-IRAPUATO	31	17,219.81	6,841.40	11,161.56	10,005.03	12,156.72	**57,384.52**	22,667.02	2,876.94	3,885.84	3,471.20	2,844.88	**35,745.87**
3	LIBR. IRAPUATO	11	4,437.34	1,730.78	2,875.73	2,556.96	3,099.47	**14,700.28**	6,144.28	763.73	1,031.41	919.82	753.56	**9,612.79**
4	IRAPUATO-SALAMANCA (LIBRE)	13	5,787.55	2,284.03	3,755.19	3,356.05	4,077.75	**19,260.56**	7,675.15	973.22	1,315.22	1,173.92	962.28	**12,099.78**
5	IRAPUATO-SALAMANCA (CUOTA)	13	2,559.11	988.57	1,654.10	1,465.20	1,779.86	**8,446.85**	3,546.14	448.39	606.10	539.55	443.38	**5,583.56**
6	LIBR. SALAMANCA	11	3,494.31	1,385.81	2,265.66	2,029.27	2,465.86	**11,640.91**	4,603.75	584.00	789.04	703.93	578.11	**7,258.84**
7	SALAMANCA-CELAYA (LIBRE)	31	16,001.32	2,577.09	6,563.09	4,983.09	7,353.51	**37,478.11**	21,338.65	2,703.64	3,654.47	3,258.11	2,671.84	**33,626.71**
8	SALAMANCA-CELAYA (CUOTA)	37	9,528.76	3,594.69	6,100.44	5,352.57	6,502.89	**31,079.35**	13,846.52	1,747.20	2,360.46	2,099.32	1,722.32	**21,775.82**
9	LIBRAMIENTO CELAYA	18	1,044.21	417.23	673.90	604.69	734.73	**3,474.76**	1,571.45	200.28	270.25	241.02	197.75	**2,480.74**
10	CELAYA-QRO (LIBRE)	43	14,497.93	5,794.60	9,345.67	8,397.44	10,203.25	**48,238.89**	20,493.66	2,601.97	3,516.75	3,138.80	2,572.99	**32,324.17**
11	CELAYA-QRO (CUOTA)	44	17,047.54	6,427.03	10,912.74	9,577.82	11,635.37	**55,600.50**	24,776.04	3,130.33	4,221.66	3,760.70	3,083.46	**38,972.19**
			368,982.93						**251,678.51**					

Fuente: Cordero, 2016, con base en el programa Copert.

Tabla 4.12 Emisiones contaminantes de vehículos tipo B en el corredor de estudio

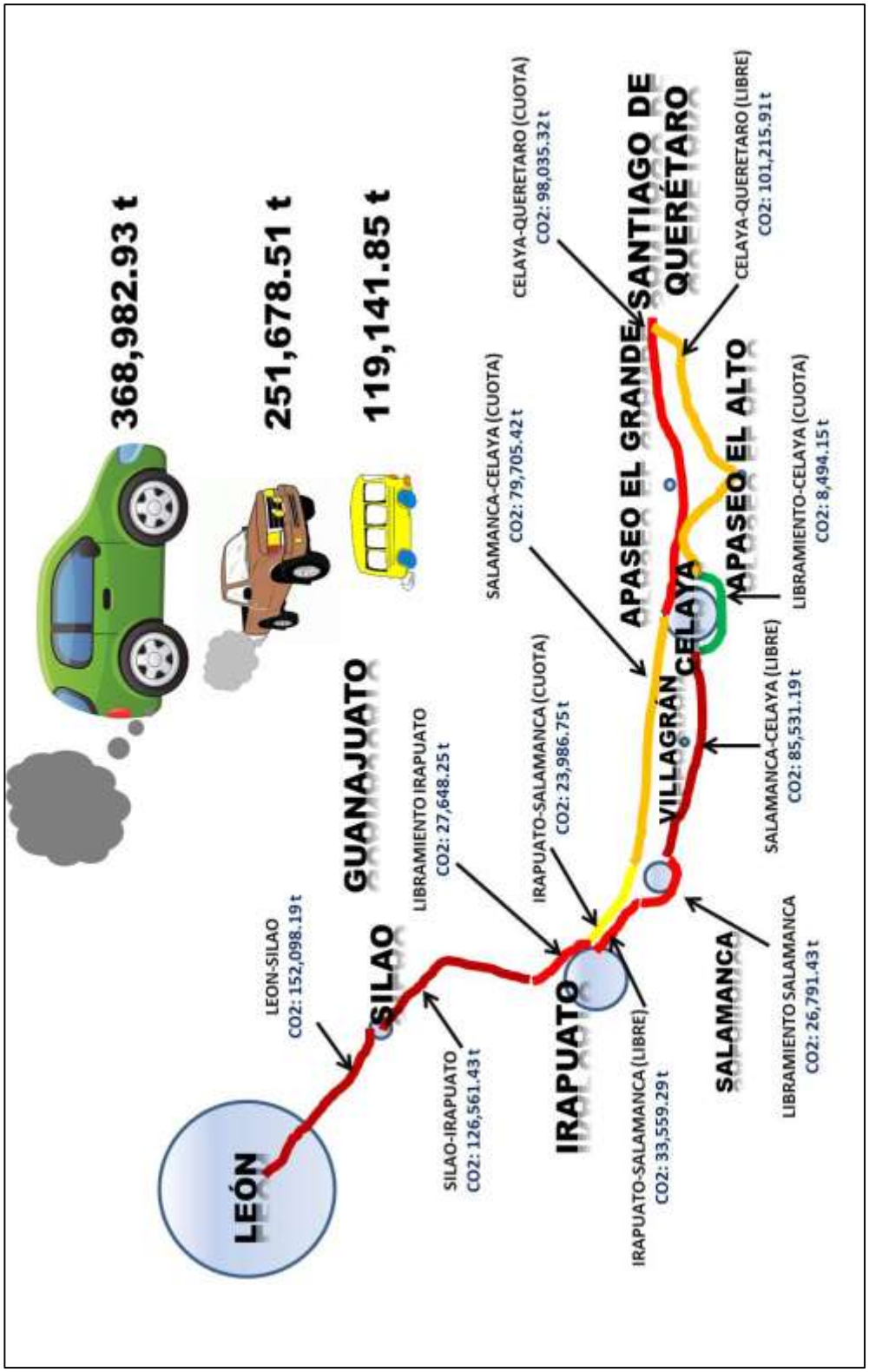
No.	RUTA	LONG. (Km)	BUS Emisiones (t)					
			Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Total
1	LEON-SILAO	30	1,077.00	2,378.87	5,031.77	4,206.22	5,528.10	**18,221.96**
2	SILAO-IRAPUATO	31	1,203.94	2,649.62	5,738.55	5,012.93	6,564.90	**21,169.93**
3	LIBR. IRAPUATO	11	199.21	436.51	926.68	764.95	1,007.83	**3,335.18**
4	IRAPUATO-SALAMANCA (LIBRE)	13	131.25	287.09	608.11	501.51	661.00	**2,188.95**
5	IRAPUATO-SALAMANCA (CUOTA)	13	270.17	593.43	1,252.16	1,036.94	1,362.35	**4,515.05**
6	LIBR. SALAMANCA	11	461.05	1,017.19	2,154.58	1,839.56	2,419.31	**7,891.68**
7	SALAMANCA-CELAYA (LIBRE)	31	856.07	1,887.17	4,004.47	3,307.61	4,356.02	**14,411.33**
8	SALAMANCA-CELAYA (CUOTA)	37	1,098.46	2,417.60	5,110.85	4,226.34	5,567.90	**18,421.15**
9	LIBRAMIENTO CELAYA	18	151.14	322.94	684.26	596.05	784.25	**2,538.65**
10	CELAYA-QRO (LIBRE)	43	620.06	1,356.82	2,875.36	2,592.43	3,385.12	**10,829.80**
11	CELAYA-QRO (CUOTA)	44	927.49	2,047.93	4,319.85	3,573.92	4,748.98	**15,618.17**
			119,141.85					

Fuente: Cordero, 2016, con base en el programa Copert.



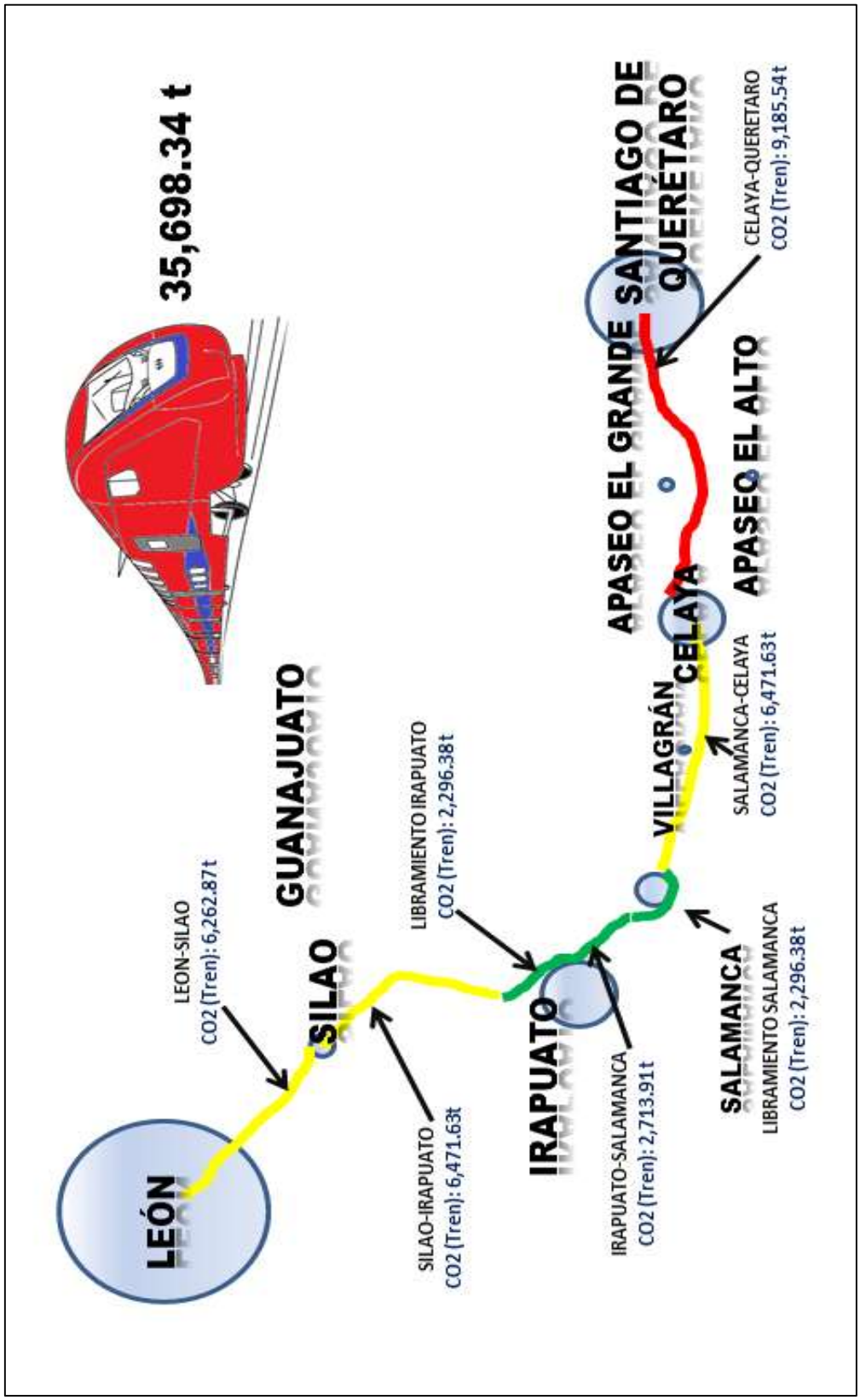
Fuente: Cordero, 2016, con base en el programa Copert.

Fig. 4.5. Mapa de emisiones contaminantes de vehículos tipo A y B en el tramo de estudio



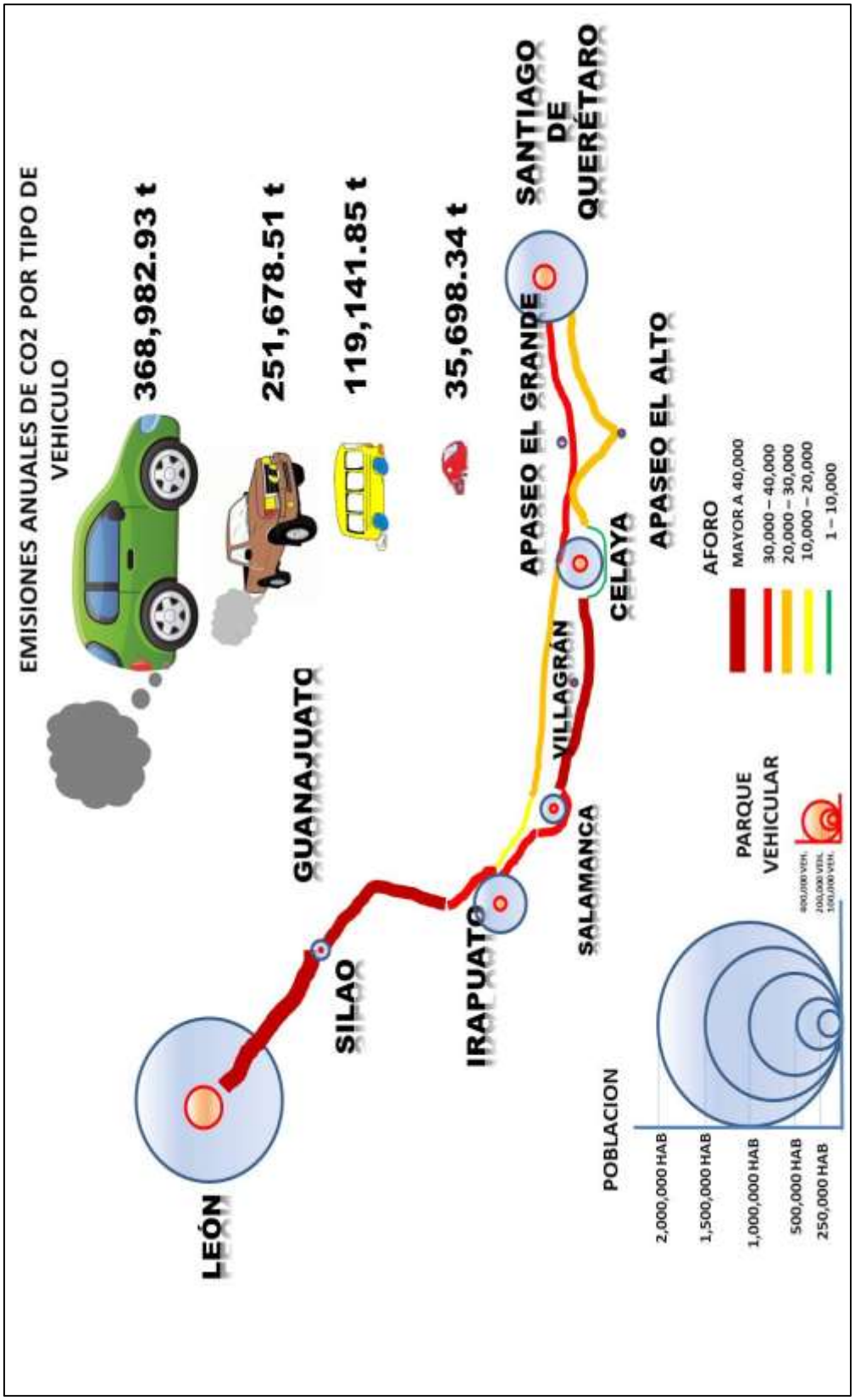
Fuente: Cordero, 2016, con base en el programa Copert.

Fig. 4.6. Mapa de emisiones contaminantes de vehículos tipo A y B en el tramo de estudio



Fuente: Cordero, 2016.

Fig. 4.7. Mapa de emisiones contaminantes generadas por un hipotético tren de pasajeros



Fuente: Cordero, 2016.

Fig. 4.8. Mapa de emisiones contaminantes (comparativa considerando un hipotético tren de pasajeros)

5 PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

En el capítulo 3 se obtuvo el aforo actual y futuro para la ruta de estudio, comprendida entre las ciudades de León, Guanajuato, y Santiago de Querétaro, Querétaro; también se presentaron escenarios de la cantidad total de pasajeros que se moverían en dicho corredor en el año 2040.

Como se mencionó en el capítulo 2, se pretende aportar datos que tiendan a optimizar la movilidad y, de esa manera, contribuir a la reducción de la huella de carbono producto del transporte de pasajeros.

En este capítulo, se obtendrán las emisiones de gases contaminantes generadas por un hipotético tren de pasajeros para, con base en ello y conociendo las emisiones generadas por los vehículos del tipo A y B, cuantificar la reducción en la huella de carbono que se obtendría al implementar un servicio ferroviario de pasajeros.

5.1 Proyecto de Tren Interurbano Guanajuato (TRIG)

"En junio de 1984, el Gobierno de Canadá, a través de la Comunidad Urbana de Montreal (*Communauté Urbaine de Montréal*, CUM), realizó un estudio de evaluación para un sistema integrado de transporte de personas, en el corredor industrial del estado de Guanajuato. El documento técnico efectuado por Canadá, bajo la dirección del Ing. Normand Nadeau, tiene una excelente reputación en México, no solamente a nivel gubernamental, sino también a nivel de universidades y centros de estudios superiores."[14]

"En abril de 1992, el Grupo Metropolitano de Ordenación y Transporte de Montreal (*Groupe Métropolitain en Aménagement et Transport de Montréal*), con el apoyo de la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (Agence Canadienne de Développement International, ACDI), inició un estudio denominado "Programa de apoyo a las ciudades medias en el estado de Guanajuato" en cinco ciudades: León, Silao, Irapuato, Salamanca y Celaya, que forman parte del corredor industrial del Bajío."[15]

"Durante la semana del 26 al 30 de octubre de 1992 se entregó ante autoridades federales, estatales y municipales un plan que concluye la primera etapa del estudio, resultado de las demandas de la población y la concertación

[14] GMAT, *Tren Interurbano de Guanajuato*.

[15] *Idem.*

internacional, que contiene acciones prioritarias a corto plazo, cuantificadas en tiempo y costo. Para ello, se abrirán fondos de inversión públicos y esencialmente privados, apoyados en créditos nacionales y extranjeros."[16]

"El TRIG representará la columna vertebral de la transportación de pasajeros a lo largo del corredor industrial."[17]

"Es un proyecto vital para sustentar las estrategias económicas planteadas para el corredor industrial, ya que permite una movilización de personas más eficiente y ágil, posibilitando canalizar y distribuir de manera balanceada las inversiones productivas en el sistema de ciudades de esta región."[18]

Fuente: IMPLAN, 2010.

Fig. 5.1. Propuesta del Tren Interurbano de Pasajeros en Guanajuato

[16] *Idem*.
[17] IMPLAN, 2010.
[18] *Idem*.

5.2 Análisis de emisiones contaminantes para el tren de pasajeros

En el capítulo 3 se determinó el número de pasajeros que se trasladan en el corredor de estudio; para el cálculo que abordará el presente trabajo se propone considerar los siguientes escenarios en caso de implementarse el servicio de transporte ferroviario de pasajeros.

- Atraer el 5% de los usuarios actuales.
- Atraer el 10% de los usuarios actuales.
- Atraer el 20% de los usuarios actuales.
- Atraer el 30% de los usuarios actuales.

Se considera utilizar el mismo tipo de tren que para la ruta México-Toluca, cuya capacidad proyectada es de 1,044 pasajeros (560 sentados y 484 de pie), con base en información difundida por el periódico *El Universal*.

Con el objetivo de calcular la frecuencia necesaria para prestar el servicio, se tomó la distribución horaria de pasajeros utilizada por la Ing. Nadia Gómez González en la tesis titulada *Alternativas tecnológicas para un servicio ferroviario de pasajeros entre algunas ciudades del centro de país: Caso de estudio: Línea México-Toluca*[19]. Con base en la distribución antes mencionada, para el año de estudio es suficiente considerar corridas de trenes cada media hora en ambos sentidos.

[19] Gómez, 2012

Tabla 5.1 Distribución horaria estimada de los pasajeros en el corredor de estudio entre cada tramo de las principales ciudades (por sentido), atrayendo 30% de los pasajeros actuales (considerando 4 PAX/ veh. A y 22 PAX/veh B)

HORA	05:00	05:15	05:30	05:45	06:00	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45
	05:15	05:30	05:45	06:00	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00
PAX	565	103	561	203	1,450	312	1,400	532	1,994	451	1,554	592
% PAX	1.33%	0.24%	1.33%	0.48%	3.43%	0.74%	3.31%	1.26%	4.71%	1.07%	3.67%	1.40%

HORA	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30	09:45	10:00	10:15	10:30	10:45
	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30	09:45	10:00	10:15	10:30	10:45	11:00
PAX	1,906	257	798	259	1,384	143	496	110	1,068	126	435	95
% PAX	4.51%	0.61%	1.89%	0.61%	3.27%	0.34%	1.17%	0.26%	2.53%	0.30%	1.03%	0.23%

HORA	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45
	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00
PAX	867	135	421	127	1,012	188	805	283	1,457	316	871	270
% PAX	2.05%	0.32%	0.99%	0.30%	2.39%	0.45%	1.91%	0.67%	3.45%	0.75%	2.06%	0.64%

HORA	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45
	14:15	14:30	14:45	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00
PAX	1,813	287	791	174	1,456	177	553	116	1,193	138	487	107
% PAX	4.28%	0.68%	1.87%	0.41%	3.44%	0.42%	1.31%	0.28%	2.82%	0.33%	1.15%	0.25%

HORA	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	19:15	19:30	19:45
	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	19:15	19:30	19:45	20:00
PAX	1,272	138	566	124	2,098	195	758	132	1,349	153	516	99
% PAX	3.01%	0.33%	1.34%	0.29%	4.96%	0.46%	1.79%	0.31%	3.19%	0.36%	1.22%	0.23%

HORA	20:00	20:15	20:30	20:45	21:00	21:15	21:30	21:45	22:00	22:15	22:30	22:45
	20:15	20:30	20:45	21:00	21:15	21:30	21:45	22:00	22:15	22:30	22:45	23:00
PAX	1,215	140	407	106	803	81	323	56	484	44	146	24
% PAX	2.87%	0.33%	0.96%	0.25%	1.90%	0.19%	0.76%	0.14%	1.14%	0.11%	0.34%	0.06%

HORA	23:00	23:15	23:30	23:45
	23:15	23:30	23:45	00:00
PAX	142	14	48	13
% PAX	0.33%	0.03%	0.11%	0.03%

Fuente: Cordero, 2016.

Tabla 5.2 Distribución horaria estimada de los pasajeros en el corredor de estudio entre cada tramo de las principales ciudades (por sentido), atrayendo 5% de los pasajeros actuales (considerando 1 PAX/ veh. A y 22 PAX/veh B)

HORA	05:00	05:15	05:30	05:45	06:00	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45
	05:15	05:30	05:45	06:00	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00
PAX	39	7	39	14	101	22	98	37	139	31	108	41
% PAX	1.33%	0.24%	1.33%	0.48%	3.43%	0.74%	3.31%	1.26%	4.71%	1.07%	3.67%	1.40%

HORA	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30	09:45	10:00	10:15	10:30	10:45
	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30	09:45	10:00	10:15	10:30	10:45	11:00
PAX	133	18	56	18	97	10	35	8	74	9	30	7
% PAX	4.51%	0.61%	1.89%	0.61%	3.27%	0.34%	1.17%	0.26%	2.53%	0.30%	1.03%	0.23%

HORA	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45
	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00
PAX	60	9	29	9	71	13	56	20	102	22	61	19
% PAX	2.05%	0.32%	0.99%	0.30%	2.39%	0.45%	1.91%	0.67%	3.45%	0.75%	2.06%	0.64%

HORA	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45
	14:15	14:30	14:45	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00
PAX	126	20	55	12	102	12	39	8	83	10	34	7
% PAX	4.28%	0.68%	1.87%	0.41%	3.44%	0.42%	1.31%	0.28%	2.82%	0.33%	1.15%	0.25%

HORA	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	19:15	19:30	19:45
	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	19:15	19:30	19:45	20:00
PAX	89	10	39	9	146	14	53	9	94	11	36	7
% PAX	3.01%	0.33%	1.34%	0.29%	4.96%	0.46%	1.79%	0.31%	3.19%	0.36%	1.22%	0.23%

HORA	20:00	20:15	20:30	20:45	21:00	21:15	21:30	21:45	22:00	22:15	22:30	22:45
	20:15	20:30	20:45	21:00	21:15	21:30	21:45	22:00	22:15	22:30	22:45	23:00
PAX	85	10	28	7	56	6	23	4	34	3	10	2
% PAX	2.87%	0.33%	0.96%	0.25%	1.90%	0.19%	0.76%	0.14%	1.14%	0.11%	0.34%	0.06%

HORA	23:00	23:15	23:30	23:45
	23:15	23:30	23:45	00:00
PAX	10	1	3	1
AX	0.33%	0.03%	0.11%	0.03%

Fuente: Cordero, 2016.

A fin de realizar el análisis de consumo de combustible en el transporte ferroviario, es necesario obtener una equivalencia con respecto a la cantidad de combustible que utiliza para su funcionamiento, en comparación con un autobús de pasajeros, para determinar la cantidad de autobuses que equivalen a una locomotora.

Tomando como punto de partida los datos planteados por la Ing. Claudia Vanesa Frescas Corral en su tesis titulada *Estimación de la reducción en la contaminación del aire producida por el transporte ferroviario de pasajeros entre las principales ciudades de México y su contraste con la contaminación producida por el transporte automotor privado existente*, la capacidad de combustible de una locomotora equivale a 10.44 autobuses. Con base en este dato y la cantidad de pasajeros en el corredor de estudio, se procedió a realizar el cálculo de emisiones para el transporte ferroviario.

Habiendo establecido una equivalencia del tren con el autobús de pasajeros, se procedió a realizar el cálculo de emisiones contaminantes con el mismo programa de cómputo y la misma metodología empleada para el caso de automóviles y autobuses.

Tabla 5.3 Emisiones contaminantes generadas por un hipotético tren de pasajeros

No.	RUTA	LONG. (Km)	Emisiones Tren (t)
1	LEON-SILAO	30	6,262.87
2	SILAO-IRAPUATO	31	6,471.63
3	LIBR. IRAPUATO	11	2,296.38
4	IRAPUATO-SALAMANCA (LIBRE)	13	2,713.91
5	LIBR. SALAMANCA	11	2,296.38
6	SALAMANCA-CELAYA (LIBRE)	31	6,471.63
7	CELAYA-QRO (CUOTA)	44	9,185.54
			35,698.34

Fuente: Cordero, 2016.

5.3 Reducción de emisiones contaminantes con la introducción de un tren de pasajeros

Partiendo de la premisa de que al introducir un tren de pasajeros en la ruta León-Querétaro —el cual se presupone será un medio de transporte más eficiente y

resultará atractivo para los pasajeros que actualmente se mueven en la ruta de estudio— se anticipa que esta acción provocará como consecuencia un diferencial en la huella de carbono, calculada con la siguiente expresión:

$$R = (E_A + E_B) - (\%\, AT)(E_A + E_B) + E_T$$

Donde:

R = Reducción de emisiones contaminantes

E_A = Emisiones contaminantes generadas por los vehículos tipo A

E_b = Emisiones contaminantes generadas por los vehículos tipo B

% AT = Porcentaje de atracción del tren de pasajeros

E_T = Emisiones contaminantes generadas por el tren de pasajeros

Tabla 5.4 Cálculo de reducción de emisiones contaminantes en el caso de introducir un hipotético tren de pasajeros

No.	RUTA	LONG. (Km)	TDPA TOTAL	% A	% B	TDPA A	TDPA B	EMISIONES (t) VEH A	EMISIONES (t) VEH PICK UP	EMISIONES (t) VEH B	EMISIONES (t) TREN	EMISIONES EN CASO DE INTRODUCIRSE TREN (5% ATRACCION)	EMISIONES EN CASO DE INTRODUCIRSE TREN (10% ATRACCION)	EMISIONES EN CASO DE INTRODUCIRSE TREN (20% ATRACCION)	EMISIONES EN CASO DE INTRODUCIRSE TREN (30% ATRACCION)
1	LEON-SILAO	30	64,960	81.7	3.1	53,072	2,014	81,678.20	52,198.03	18,221.96	6,262.87				
2	SILAO-IRAPUATO	31	47,023	76.3	4.3	35,879	2,022	57,384.52	35,745.87	21,169.93	6,471.63				
3	LIBR. IRAPUATO	11	34,166	73.7	3	25,180	1,025	14,700.28	9,612.79	3,335.18	2,296.38				
4	IRAPUATO-SALAMANCA (LIBRE)	13	33,523	84.9	1.7	28,444	570	19,260.56	12,099.78	2,188.95	2,713.91				
5	IRAPUATO-SALAMANCA (CUOTA)	13	18,298	65.9	4.8	12,058	878	8,446.85	5,583.56	4,515.05					
6	LIBR. SALAMANCA	11	31,578	64.8	7.5	20,462	2,368	11,640.91	7,258.84	7,891.68	2,296.38	**738,511.46**	**701,521.29**	**627,540.96**	**553,560.64**
7	SALAMANCA-CELAYA (LIBRE)	31	41,649	78.8	3.6	32,799	1,499	37,478.11	33,626.71	14,411.33	6,471.63				
8	SALAMANCA-CELAYA (CUOTA)	37	24,273	61.9	6.2	15,013	1,505	31,079.35	21,775.82	18,421.15					
9	LIBRAMIENTO CELAYA	18	8,819	42.4	4.7	3,741	414	3,474.76	2,480.74	2,538.65	9,185.54				
10	CELAYA-QRO (LIBRE)	43	29,699	73.2	2.4	21,740	713	48,238.89	32,324.17	10,829.80					
11	CELAYA-QRO (CUOTA)	44	32,875	68.7	4.2	22,585	1,381	55,600.50	38,972.19	15,618.17					
									739,803.28		**35,698.34**	**1,291.83**	**38,281.99**	**112,262.32**	**186,242.65**

Fuente: Cordero, 2016.

Tabla 5.5 Cálculo de reducción de emisiones contaminantes en el año 2040 al introducir un hipotético tren de pasajeros

No.	RUTA	LONG. (Km)	TDPA TOTAL	% A	% B	TDPA A	TDPA B	EMISIONES (t) VEH A	EMISIONES (t) VEH B	EMISIONES (t) TREN	EMISIONES EN CASO DE INTRODUCIRSE TREN (5% ATRACCION)	EMISIONES EN CASO DE INTRODUCIRSE TREN (10% ATRACCION)	EMISIONES EN CASO DE INTRODUCIRSE TREN (20% ATRACCION)	EMISIONES EN CASO DE INTRODUCIRSE TREN (30% ATRACCION)
1	LEON-SILAO	30	158,000	81.7	3.1	129,086	4,898	325,622.60	4,432.07					
2	SILAO-IRAPUATO	31	100,000	76.3	4.3	76,300	4,300	198,052.85	45,020.37					
3	LIBR. IRAPUATO	11	70,000	73.7	3	51,590	2,100	49,813.14	6,833.19					
4	IRAPUATO-SALAMANCA (LIBRE)	13	74,000	84.9	1.7	62,789	1,258	69,226.06	4,831.98					
5	IRAPUATO-SALAMANCA (CUOTA)	13	33,600	65.9	4.8	22,142	1,613	25,763.56	8,290.83					
6	LIBR. SALAMANCA	11	65,000	64.8	7.5	42,120	4,875	38,903.15	16,244.20	105,043.95	**1,610,305.82**	**1,531,081.51**	**1,372,632.90**	**1,214,184.28**
7	SALAMANCA-CELAYA (LIBRE)	31	96,000	78.8	3.6	75,600	3,456	163,894.99	33,217.79					
8	SALAMANCA-CELAYA (CUOTA)	37	56,000	61.9	6.2	34,636	3,472	121,941.65	42,499.25					
9	LIBRAMIENTO CELAYA	18	18,000	42.4	4.7	7,637	846	12,155.46	5,181.51					
10	CELAYA-QRO (LIBRE)	43	60,000	73.2	2.4	43,920	1,440	162,759.13	21,879.12					
11	CELAYA-QRO (CUOTA)	44	68,000	68.7	4.2	46,716	2,856	195,618.03	32,305.26					
								1,584,486.19		**105,043.95**	**-25,819.64**	**53,404.67**	**211,853.29**	**370,301.91**

Fuente: Cordero, 2016.

5.4 Mercado de bonos de carbono

El nombre de “bonos de carbono” se ha utilizado como término genérico para denominar un conjunto de instrumentos que pueden generarse por diversas actividades encaminadas a reducir las emisiones. Así, se puede decir que existen “varios tipos” de bonos de carbono, dependiendo de la forma en que éstos fueron generados, a saber:

- Certificados de reducción de emisiones (CER)
- Montos asignados anualmente (AAU)
- Unidades de reducción de emisiones (ERU)
- Unidades de remoción de emisiones (RMU)

5.4.1 Certificados de reducción de emisiones (CER)

Los países que inviertan en proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio pueden obtener certificados de reducción de emisiones por un monto equivalente a la cantidad de bióxido de carbono que se dejó de emitir a la atmósfera como resultado del proyecto. Para ello, el proyecto debe cumplir con los requisitos establecidos por el Consejo Ejecutivo del Mecanismo de Desarrollo Limpio.

5.4.2 Montos asignados anualmente (AAU)

Corresponde al monto total de emisiones de gases de efecto invernadero que a un país se le permite emitir a la atmósfera durante el primer período de compromiso (2008-2012) del Protocolo de Kioto. Cada país divide y asigna su respectivo monto a empresas localizadas en su territorio a manera de límite de emisión por empresa.

5.4.3 Unidades de reducción de emisiones (ERU)

Corresponde a un monto específico de emisiones de gases de efecto invernadero que dejaron de ser emitidas por la ejecución de un proyecto de implementación conjunta.

5.4.4 Unidades de remoción de emisiones (RMU)

Corresponde a créditos obtenidos por un país durante proyectos de captura de carbono. Estas unidades o créditos solamente pueden ser obtenidas por países del Anexo I del Protocolo de Kioto y pueden obtenerse también en proyectos de implementación conjunta. Las unidades de remoción de emisiones solamente pueden usarlas los países dentro del período de compromiso durante el cual fueron generadas, y son para cumplir con sus compromisos de reducción de emisiones. Estos créditos no pueden ser considerados en períodos de compromiso posteriores.

Las transacciones de bonos pueden ser desde una simple compra o venta de una cantidad específica de bonos hasta una estructura de compra-venta con diversas opciones. Algunas de las opciones son las siguientes:

1. Compras *spot*: El precio del bono y la cantidad de bonos se acuerdan en la fecha del acuerdo de compra-venta pero la entrega y el pago del bono se realizan en una fecha futura cercana. Se puede considerar como si la compra-venta ocurriera en el momento, aunque pasen unos días entre el pago y la entrega. Esto se hace para asegurar un precio conveniente para ambas partes y reducir el riesgo de que el bono no se venda en el futuro.

2. Contratos de entrega futura: Se acuerda la compra-venta de una cantidad específica de bonos al precio de mercado vigente, pero el pago y la entrega se realizarán en fechas futuras, generalmente de acuerdo con un calendario de entregas determinado.

No hay un valor "oficial" sobre el precio de una tonelada de CO_2 reducida o no emitida. Aunque algunas agencias multilaterales han establecido ciertos precios para los proyectos de reducción de emisiones financiados por ellas mismas (por ejemplo, hasta 2005, el Banco Mundial emplea un precio de cinco dólares por tonelada de CO_2 equivalente no emitida), el precio de la tonelada está sujeto a oferta y demanda de bonos de carbono en el mercado.

Dado que existen diferentes esquemas para el comercio de los bonos y variedad de sitios en todo el mundo donde se pueden comprar y vender, pueden existir precios diferentes por cada tonelada de CO_2.

Por ejemplo:

- Chicago Climate Exchange (en operación desde diciembre del 2003); el precio ha fluctuado desde $0.90 hasta los $2.10 dólares por tonelada de CO_2 (datos a junio de 2005).

- European Climate Exchange Carbon (en operación desde abril del 2005); el precio ha fluctuado entre $6.40 y $19.70 euros por tonelada de CO_2 (datos a junio de 2005).

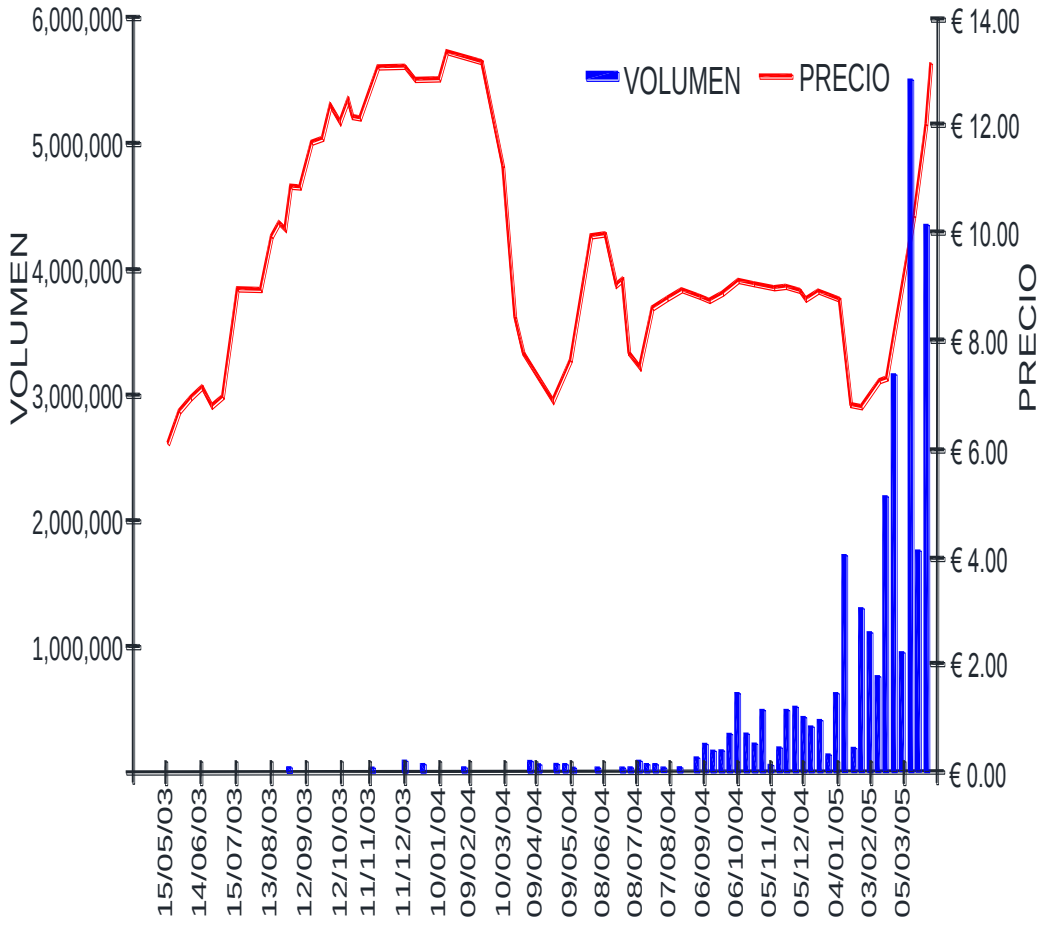


Fig. 5.2. Precio y volúmenes de toneladas de CO_2 comercializados en la Unión Europea

Fuente: Point Carbon, 2005.

Tabla 5.6 Monto estimado como producto de la reducción de huella de carbono
(30% atracción; 4 PAX/Veh A y 22 PAx/Veh B)

No.	AÑO	EMISION A t	EMISION B t	EMISION TREN t	REDUCCION EMISIONES t	IMPORTE USD 5 DOL X t	IMPORTE EURO 12 EURO X t
1	2014	620,661.43	119,141.85	35,698.34	186,242.65	$931,213.23	€ 2,234,911.75
2	2015	639,676.12	122,771.29	35,698.34	193,035.88	$965,179.42	€ 2,316,430.61
3	2016	659,279.26	126,512.29	35,698.34	200,039.13	$1,000,195.65	€ 2,400,469.55
4	2017	679,491.54	130,368.89	35,698.34	207,259.79	$1,036,298.97	€ 2,487,117.52
5	2018	700,323.63	134,343.02	35,698.34	214,701.66	$1,073,508.28	€ 2,576,419.87
6	2019	721,801.47	138,439.97	43,853.77	214,218.66	$1,071,093.30	€ 2,570,623.92
7	2020	743,943.46	142,662.57	43,853.77	222,128.04	$1,110,640.19	€ 2,665,536.45
8	2021	766,772.29	147,015.43	43,853.77	230,282.55	$1,151,412.73	€ 2,763,390.55
9	2022	790,307.64	151,502.26	43,853.77	238,689.20	$1,193,445.99	€ 2,864,270.37
10	2023	814,573.03	156,127.54	43,853.77	247,356.40	$1,236,781.99	€ 2,968,276.78
11	2024	839,589.32	160,894.95	53,034.74	247,110.54	$1,235,552.70	€ 2,965,326.49
12	2025	865,380.49	165,809.42	53,034.74	256,322.23	$1,281,611.17	€ 3,075,866.81
13	2026	891,968.12	170,874.97	53,034.74	265,818.19	$1,329,090.93	€ 3,189,818.24
14	2027	919,383.26	176,097.09	53,034.74	275,609.37	$1,378,046.84	€ 3,307,312.41
15	2028	947,647.07	181,479.81	53,034.74	285,703.32	$1,428,516.61	€ 3,428,439.86
16	2029	976,789.60	187,028.71	70,371.14	278,774.35	$1,393,871.75	€ 3,345,292.20
17	2030	1,006,838.40	192,749.18	70,371.14	289,505.13	$1,447,525.66	€ 3,474,061.59
18	2031	1,037,818.88	198,646.04	70,371.14	300,568.33	$1,502,841.66	€ 3,606,819.99
19	2032	1,069,764.12	204,725.24	70,371.14	311,975.67	$1,559,878.33	€ 3,743,707.99
20	2033	1,102,698.08	210,991.62	70,371.14	323,735.77	$1,618,678.85	€ 3,884,829.23
21	2034	1,136,653.52	217,451.17	105,043.95	301,187.46	$1,505,937.30	€ 3,614,249.52
22	2035	1,171,666.97	224,110.74	105,043.95	313,689.37	$1,568,446.83	€ 3,764,272.40
23	2036	1,207,767.01	230,975.80	105,043.95	326,578.90	$1,632,894.48	€ 3,918,946.76
24	2037	1,244,989.44	238,053.08	105,043.95	339,868.81	$1,699,344.06	€ 4,078,425.74
25	2038	1,283,369.38	245,349.04	105,043.95	353,571.58	$1,767,857.91	€ 4,242,858.97
26	2039	1,322,942.99	252,870.38	105,043.95	367,700.07	$1,838,500.33	€ 4,412,400.79
27	2040	1,363,750.62	260,624.15	105,043.95	382,268.48	$1,911,342.42	€ 4,587,221.81
						$36,869,707.58	**€ 88,487,298.19**
				@ 30 MIN			
				@ 25 MIN			
				@ 20 MIN			
				@ 15 MIN			
				@ 10 MIN			

Fuente: Cordero, 2016.

CONCLUSIONES

Como resultado del trabajo presentado sobre la evaluación de la potencial reducción de la huella de carbono del transporte terrestre entre las principales ciudades del estado de Guanajuato, al introducir un servicio ferroviario de pasajeros, se puede afirmar que implementar un tren de pasajeros para dar servicio a la ruta León-Querétaro contribuirá a disminuir en forma considerable las emisiones de gases contaminantes producidas por los automóviles particulares principalmente, así como por los autobuses.

En el capítulo 3 se determinó —con base en los datos viales publicados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)— el aforo vehicular para el año 2014 y una proyección para el año 2040. Esta proyección se analizó también para contemplar un incremento significativo en el aforo vehicular, así como la alternativa de un crecimiento del aforo vehicular por debajo de lo esperado.

Conociendo el aforo vehicular actual y tomando en consideración las condiciones actuales en las que se transita en la ruta de estudio, se procedió a realizar el cálculo de emisiones contaminantes producidas por los automóviles particulares y los autobuses, con los siguientes resultados:

Automóviles particulares:	620,661.44 t/año
Autobuses:	119,141.85 t/año
Total:	**739,803.28 t/año**

Para el cálculo de emisiones contaminantes generadas por un hipotético tren de pasajeros, se consideraron escenarios en los cuales el tren atraería el 5%, 10%, 20% y hasta 30% de los pasajeros actuales que se mueven en la ruta estudiada, con miras a prestar el servicio. En el caso de atraer al 30% de los usuarios, las emisiones generadas por el servicio ferroviario serían de 35,698.34 t/año.

Las reducciones en emisiones contaminantes que se tendrían al fomentar el servicio ferroviario de pasajeros serían de:

5%:	1,291.83 t/año
10%:	38,281.99 t/año
20%:	112,262.32 t/año
30%:	186,242.65 t/año

Con base en los resultados anteriores, se observa que el transporte ferroviario optimiza los recursos, ya que al incrementarse la atracción de pasajeros se aumentan exponencialmente los beneficios relacionados con la reducción de gases contaminantes.

Además de la probable reducción en emisiones contaminantes, la figura 4.3 nos muestra con claridad la relación que existe entre la velocidad vehicular y la contaminación, así como la probabilidad de accidentes mortales, información que nos ayuda a comprender la importancia de impulsar medios alternativos para disminuir la problemática de movilidad en general.

Conociendo los beneficios ambientales generados al implementar un servicio ferroviario de pasajeros, se calculó el monto probable que se podría gestionar ante organismos internacionales como el Banco Mundial, por concepto de proyectos encaminados a mitigar la huella de carbono, compromiso adquirido por las principales economías mundiales en el marco del Protocolo de Kioto. Un claro ejemplo de proyecto con ese objetivo es el Metrobús de la Ciudad de México.

Los importes aportados por organismos internacionales para promover proyectos que permitan reducir los gases del efecto invernadero varían dependiendo de diversos factores; sin embargo, de acuerdo con lo visto en proyectos financiados bajo este rubro, se estima que en el horizonte de proyecto considerado al año 2040 sería viable obtener recursos de entre $663 y $1,700 millones de pesos al tipo de cambio actual.

Los resultados de este trabajo nos muestran que, de acuerdo con lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018, en específico con lo abordado en el objetivo: “contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica” y “fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sostenible, resiliente y de bajo carbono”, es factible invertir en la implementación de un servicio ferroviario de pasajeros, ya que éste contribuiría a mitigar las emisiones contaminantes en la ruta León-Querétaro.

Durante el desarrollo de este trabajo, cabe subrayar enfáticamente que siempre se estudió la zona de estudio de manera aislada, ya que, entre los proyectos estratégicos de México, se encuentra el tren de pasajeros México-Querétaro, el cual al momento de materializarse derivará en una mayor demanda dentro de la ruta León- Querétaro, lo que —sin lugar a dudas— se traducirá en una reducción mayor de emisiones de gases contaminantes.

El cuidado del medio ambiente es un tema trascendental y eje central de las políticas actuales de todas las naciones. Los análisis realizados en el desarrollo del presente trabajo nos permiten comprobar que implementar el transporte ferroviario de pasajeros es ambientalmente viable, ya que optimiza los recursos y contribuye a la reducción de gases contaminantes.

En el futuro se continuarán realizando inversiones en el corredor León-Querétaro para mejorar las condiciones de movilidad. Prueba de ello es la recién concluida autopista de cuota León-Salamanca; sin embargo, los resultados obtenidos en el presente trabajo arrojan elementos que serán de utilidad para la toma de decisiones relacionada con la movilidad en la región.

Actualmente, la Ciudad de México atraviesa una crisis ambiental generada principalmente por el uso desmedido del vehículo particular, situación que podría repetirse en el mediano plazo en la región del Bajío, por lo cual es fundamental instrumentar los sistemas de transporte necesarios para disminuir la contaminación ambiental, siendo uno de éstos, sin lugar a dudas, el tren de pasajeros.

En resumen, después de analizar los resultados obtenidos en el presente trabajo, se afirma que el ferrocarril es la mejor solución al problema del transporte de pasajeros en la región del Bajío, por ser más amable con el ambiente y mejorar las condiciones ambientales de la región, razones por las cuales se recomienda su implementación.

REFERENCIAS

Referencias bibliográficas

1. Arredondo Ortiz, R. E. y N. Gómez González (2011). “Alternativas tecnológicas para un servicio ferroviario de pasajeros entre algunas ciudades principales del centro del país.” XI Congreso Internacional de Ingeniería Civil. Colegio de Ingenieros Civiles de Querétaro, 11 de agosto de 2011.

2. Arroyo Osorno, J. A., R. Aguerrebere Salido y G. Torres Vargas (2012). “Costo de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2012.” Publicación técnica núm. 368, IMT.

3. Cal y Mayor y Asociados (2008). “Estudio integral de autopistas del estado de Guanajuato.”

4. Carrasco Manríquez David Gabriel, “Medición y análisis de factores de emisión para vehículos motorizados de la región metropolitana de Santiago (2009).” Universidad de Chile.

5. Cordero Durán, J. I., R. E. Arredondo Ortiz y N. Gómez González (2017). “Evaluación de la potencial reducción de la huella de carbono del transporte terrestre entre las principales ciudades del estado de Guanajuato, al introducir un servicio ferroviario de pasajeros.” III Expo-Congreso de Ingeniería Civil. Colegio de Ingenieros Civiles de Irapuato. Octubre de 2017.

6. D’Estrabau, G. (1988). *El ferrocarril; historia de las comunicaciones y los transportes en México*. SCT.”

7. De Buen, O. y A. Almeida (1992). “Análisis del ciclo vehicular. Instituto Mexicano del Transporte.” Publicación técnica núm. 4, IMT.

8. Lara Gómez Cindy *et al*. (2009). “Propuesta metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en las ciudades de la República Mexicana 2009.” Publicación técnica núm. 322, IMT.

9. Mendoza Sánchez J. F., M. G. López Domínguez, J. O. González Moreno y R. Téllez Gutiérrez (2010). “Inventario de emisiones en carreteras federales del estado de Querétaro 2010.” Publicación técnica núm. 339, IMT.

10. Moreno Quintero Eric, E. de la Torre Romero Elizabeth y A. Bustos Rosales (2012). “Indicadores económicos para el autotransporte federal de pasajeros.” Publicación técnica núm. 357, IMT.

11. Pachauri Rajendra K. y A. Reisinger (2007). “Cambio climático 2007.” Informe de síntesis. Grupo Intergubernamental de Expertos en el Cambio Climático

(IPCC), Organización Meteorológica Mundial (OMM) y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

12. Ravishankara A. R., J. S. Daniel y R. W. Portmann (2009). *Nitrous Oxide (N_2O); The Dominant Ozone-Depleting Substance Emitted in the 21st Century*.

13. Russell I. A., M. Zwass, J. R. Fineman, M. Balea, K. Rouine-Rapp y M. Brook (2007). *Effects of inhaled nitric oxide on postoperative pulmonary hypertension in infants and children undergoing surgical repair of congenital heart disease*.

Publicaciones y estudios

1. Asociación de Ecologistas en Defensa de la Naturaleza (AEDENAT), Coordinadora de Organizaciones de Defensa Ambiental (CODA), Confederación Sindical de Comisiones Obreras (CCOO) y Unión General de Trabajadores (UGT) (1998). Ante el cambio climático, menos CO_2.

2. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2014). *Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental*. Secretaría General. Secretaría de Servicios Parlamentarios.

3. Dirección General Ambiental del Aire (2006). “Pruebas en campo de autobuses de tecnologías alternativas en la Ciudad de México.” Reporte final. Equipo de Transporte y Cambio Climático. Secretaría del Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal.

4. Dirección General de Desarrollo Carretero (2010). “Análisis costo-beneficio autopista Salamanca-León.” Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

5. Dirección General de Desarrollo Carretero (2012). “Estudio de evaluación privada y socioeconómica para la construcción, operación y mantenimiento de la autopista Palmillas-Apaseo el Grande”. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

6. European Economic Area (2009). “European Community Emission Inventory Report 1990-2007. Under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP)”, EEA Technical Report No. 8/2009; Copenhague.

7. Groupe Metropolitain en Amenagement et Transport (GMAT) (2012). *Tren Interurbano de Guanajuato*.

8. Instituto Municipal de Planeación (2008). *Zonas metropolitanas y gobiernos locales en sistemas federales*. Gobierno municipal de León, Guanajuato.

9. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2012). *Importancia de las partículas $PM_{2.5}$*.

10. OMS (2006). “Informe sobre la Salud en el Mundo.” Organización Mundial de la Salud.

11. Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2009). *Manual estadístico del sector transporte*. Instituto Mexicano del Transporte.

12. Secretaría de Finanzas, Inversión y Administración (2013). “Padrón vehicular del estado de Guanajuato.”

13. Trans Consult (2009). “Estudio de asignación de tránsito y evaluación socioeconómica de la autopista Salamanca-León en los municipios de Salamanca, Irapuato, Silao y León, Guanajuato.”

14. World Energy Council (2004). “Survey of Energy Resources.”

Tesis

1. Acosta López, Eduardo (2014). *Evaluación de la contaminación del aire en ciudades medias que han introducido sistemas integrales de transporte urbano de pasajeros con autobuses articulados*. Universidad Autónoma de Chihuahua.

2. Frescas Corral, Claudia Vanesa (2011). *Estimación de la reducción en la contaminación del aire producida por el transporte ferroviario de pasajeros entre las principales ciudades de México y su contraste con la contaminación producida por el transporte automotor privado existente*. Universidad Autónoma de Chihuahua.

3. Gómez González, Nadia (2012.) *Alternativas tecnológicas para un servicio ferroviario de pasajeros entre algunas ciudades del centro del país; caso de estudio: línea México-Toluca*. Universidad Autónoma de Chihuahua.

Referencias electrónicas

1. “Datos viales 1980-2014.” Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Servicios Técnicos, en: http://dgst.sct.gob.mx/index.php?id=459.

2. “Estaciones meteorológicas y datos climáticos de la región”, en:

   http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=181:guanajuato&catid=14:normales-por-estacion

   http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=181:guanajuato&catid=14:normales-por-estacion

   http://smn.cna.gob.mx/observatorios/historica/guanajuato.pdf

   http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75

3. Solicitud de información pública del Gobierno Federal:

https://www.infomex.org.mx/gobiernofederal/home.action

4. Unidad de Acceso a la Información Pública, Guanajuato:

http://transparencia.guanajuato.gob.mx/

5. Notas periodísticas:

http://www.milenio.com/negocios/Mexico-pionero-venta-bonos-carbono-AL-BMV-plataforma-Carbono-Mexico2_0_404359598.html

http://www.contralinea.com.mx/archivo-revista/index.php/2013/11/05/metrobus-vende-bonos-de-carbono-trasnacionales-contaminantes/

http://revistafortuna.com.mx/contenido/2013/12/13/vende-metrobus-bonos-de-carbono/

http://expansion.mx/nacional/2014/07/08/seis-datos-que-debes-conocer-sobre-el-tren-mexico-toluca

http://eleconomista.com.mx/industrias/2014/07/06/arrancan-obras-tren-pasajeros-mexico-toluca

http://www.liderdeproyecto.com/megaproyectos/20_tren_mexico_toluca.html

http://archivo.eluniversal.com.mx/finanzas-cartera/2014/impreso/tren-acortara-a-30-minutos-viaje-df-toluca-dice-estudio-107509.html

http://www.milenio.com/negocios/tren_Mexico_Toluca-GDF_asigna_ganador_para_el_tren_0_425957518.html

6. Solicitud de información pública del gobierno del estado de Guanajuato:
http://www.infomexguanajuato.org.mx/infomex/

7. Indicadores económicos por entidad federativa y municipios:
http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=11

8. Banco de Información Económica:
http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/?idserPadre=10200070#D10200070

9. Mapa digital de México:
http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjIzLjMyMDA4LGxvbjotMTAyLjE0NTY1LHo6MSxsOmMxMTFzZXJ2aWNpb3N8dGMxMTFzZXJ2aWNpb3M=

10. Calculadora de emisiones de CO_2:
http://calcarbono.servicios4.aragon.es/

https://co2.myclimate.org/en/offset_further_emissions
http://www.terra.org/calc/
http://www.sunearthtools.com/es/tools/CO2-emissions-calculator.php
http://arboliza.es/compensar-co2/calculo-co2.html

11. Rutas de camiones de León y su área metropolitana:
http://leon.rutadirecta.com/

12. Información sobre la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y Sistema Nacional de Información del Agua (SINA):

http://201.116.60.25/sina/

http://www.conagua.gob.mx/atlas/mapa/01/index_svg.html

13. Consulta de definiciones generales:

http://diccionario.motorgiga.com/diccionario/consumo-de-combustible-definicion-significado/gmx-niv15-con193674.htm

https://es.wikipedia.org/wiki/Normativa_europea_sobre_emisiones

https://es.wikipedia.org/wiki/Clasificaci%C3%B3n_de_autom%C3%B3viles

https://es.wikipedia.org/wiki/Bonos_de_carbono

14. Consulta de Normas Oficiales Mexicanas SEMARNAT:

http://diariooficial.segob.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5232012&fecha=02/02/2012

http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2092335&fecha=20/09/2005

http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1278/1/nom-086-semarnat-sener-scfi-2005.pdf

15. Indicadores de Eficiencia Energética y Emisiones Vehiculares:

http://www.ecovehiculos.gob.mx/buscamarcamodelo.php

16. Cantidades de emisiones de CO_2 por vehículos y condiciones específicas:

http://www.microsiervos.com/archivo/ecologia/que-es-emision-co2-kilometro-recorrido.html

http://www.ecologistasenaccion.org/article16233.html

http://www.renovablesverdes.com/medios-de-transporte-y-co2-2/

17. Huella de carbono:

http://www.uncuma.coop/guiacompraresponsable/seccion3_3.html

18. Mercado de bonos de carbono:

http://cambioclimatico.inecc.gob.mx/sectprivcc/mercadobonoscarbono.html
http://www.bancomundial.org/es/topic/climatefinance/overview
http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2014/03/04/growing-green-bonds-market-climate-resilience
http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2015/05/26/carbon-pricing-initiatives-nearly-50-billion
http://mx.investing.com/commodities/carbon-emissions-historical-data
http://www.codigor.com.ar/bonosdecarbono.htm
http://www.bancomundial.org/projects/P107159/mx-urban-transport-transformation-progr?lang=es
http://www.bancomundial.org/es/topic/climatefinance/overview
http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2014/03/04/growing-green-bonds-market-climate-resilience
http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2015/05/26/carbon-pricing-initiatives-nearly-50-billion

19. Información general de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes:

http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/transporte-ferroviario-y-multimodal/tren-de-alta-velocidad-mexico-queretaro/
http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/transporte-ferroviario-y-multimodal/tren-interurbano-mexico-toluca/

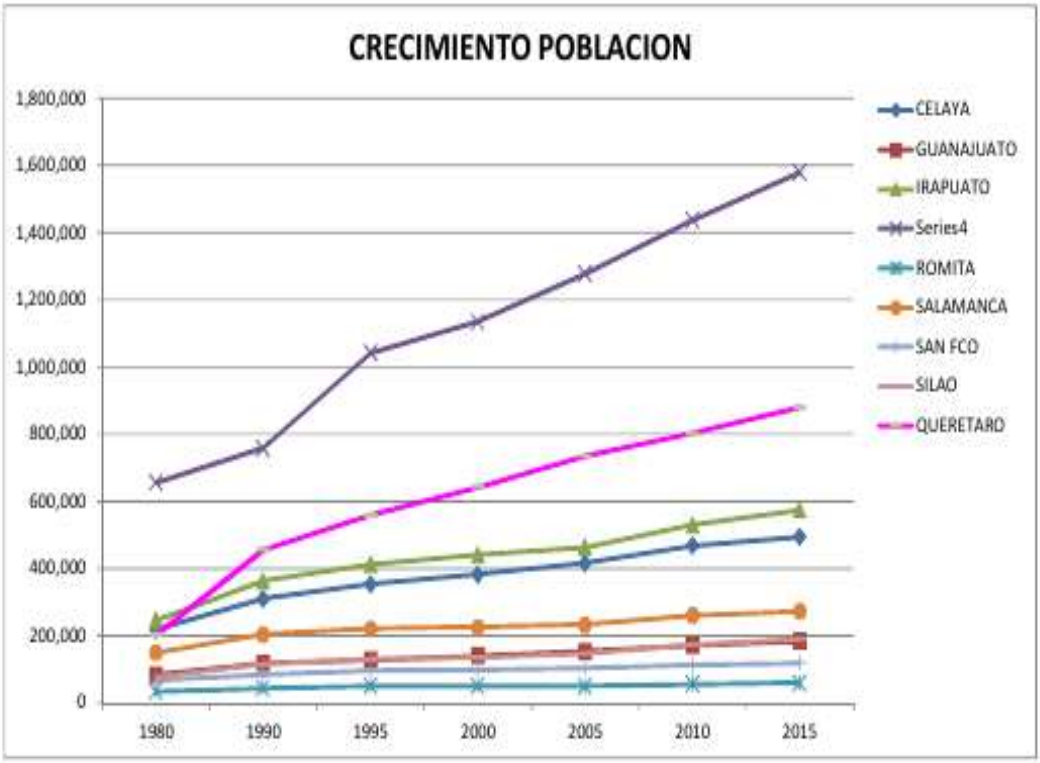
20. Información sobre líneas ferroviarias en España:

http://www.20minutos.es/noticia/351167/0/ave/madrid/barcelona/
http://www.renfe.com/viajeros/nuestros_trenes/aves102_prestaciones.html

Anexo 1. Población en los municipios del corredor de estudio

POBLACIÓN EN EL CORREDOR DE ESTUDIO

AÑO	1980	1990	1995	2000	2005	2010	2015
CELAYA	219,010	310,569	354,473	382,958	415,869	468,469	494,304
GUANAJUATO	83,576	119,170	128,171	141,196	153,364	171,709	184,239
IRAPUATO	246,308	362,915	412,639	440,134	463,103	529,440	574,344
LEÓN	655,809	758,279	1,042,132	1,134,842	1,278,087	1,436,480	1,578,626
ROMITA	34,984	44,545	51,174	51,825	50,580	56,655	59,879
SALAMANCA	150,040	204,311	221,115	226,654	233,623	260,732	273,271
SAN FRANCISCO	66,575	83,601	97,269	100,239	103,217	113,570	119,510
SILAO	77,036	115,130	131,527	134,337	147,123	173,024	189,567
QUERETARO	203,586	456,458	559,222	641,386	734,139	801,940	878,931



Fuente: Cordero, 2016.

Anexo 2. PIB de los municipios del corredor de estudio

Producto Interno Bruto Municipal 2005						
MUNICIPIOS DE GUANAJUATO						
Clave	Municipio	Población	PIB 2005 en dólares (PPC de 2005)	PIB per cápita 2005 en dólares (PPC de 2005)	PIB 2005 en pesos a precios corrientes	PIB per cápita 2005 en pesos a precios corrientes
11001	Abasolo	77094	455,289,875	5,906	3,221,758,260	41,790
11002	Acámbaro	101762	958,663,278	9,421	6,783,768,978	66,663
11003	San Miguel de Allende	139297	1,065,245,712	7,647	7,537,976,036	54,114
11004	Apaseo el Alto	57942	381,890,368	6,591	2,702,362,853	46,639
11005	Apaseo el Grande	73863	581,374,783	7,871	4,113,970,267	55,697
11006	Atarjea	5035	14,261,960	2,833	100,921,609	20,044
11007	Celaya	415869	5,642,369,689	13,568	39,926,983,069	96,009
11008	Manuel Doblado	34313	239,298,686	6,974	1,693,344,308	49,350
11009	Comonfort	70189	422,915,825	6,025	2,992,670,442	42,637
11010	Coroneo	10972	65,358,648	5,957	462,496,041	42,152
11011	Cortazar	83175	715,198,862	8,599	5,060,946,804	60,847
11012	Cuerámaro	23960	127,564,790	5,324	902,684,069	37,675
11013	Doctor Mora	21304	105,415,262	4,948	745,947,823	35,014
11014	Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia N	134641	866,520,672	6,436	6,131,742,178	45,541
11015	Guanajuato	153364	1,493,480,230	9,738	10,568,283,038	68,910
11016	Huanímaro	18456	93,108,295	5,045	658,860,291	35,699
11017	Irapuato	463103	4,646,319,514	10,033	32,878,653,967	70,996
11018	Jaral del Progreso	31780	224,565,234	7,066	1,589,086,285	50,003
11019	Jerécuaro	46137	266,191,090	5,770	1,883,642,461	40,827
11020	León	1278087	16,191,394,636	12,668	114,574,828,515	89,646
11021	Moroleón	46751	538,277,102	11,514	3,808,999,042	81,474
11022	Ocampo	20579	97,393,034	4,733	689,180,297	33,489
11023	Pénjamo	138157	756,621,773	5,477	5,354,066,885	38,753
11024	Pueblo Nuevo	9750	71,768,835	7,361	507,856,310	52,088
11025	Purísima del Rincón	55910	516,929,337	9,246	3,657,936,294	65,425
11026	Romita	50580	347,021,867	6,861	2,455,623,606	48,549
11027	Salamanca	233623	2,440,253,556	10,445	17,267,915,397	73,914
11028	Salvatierra	92411	770,591,779	8,339	5,452,922,551	59,007
11029	San Diego de la Unión	34401	160,440,644	4,664	1,135,322,783	33,003
11030	San Felipe	95896	574,153,044	5,987	4,062,867,220	42,367
11031	San Francisco del Rincón	103217	1,297,032,587	12,566	9,178,164,675	88,921
11032	San José Iturbide	59217	545,454,529	9,211	3,859,788,517	65,180
11033	San Luis de la Paz	101370	579,935,249	5,721	4,103,783,721	40,483
11034	Santa Catarina	4544	20,866,443	4,592	147,656,777	32,495
11035	Santa Cruz de Juventino Rosas	70323	384,326,104	5,465	2,719,598,799	38,673

Producto Interno Bruto Municipal 2005						
MUNICIPIOS DE GUANAJUATO						
Clave	Municipio	Población	PIB 2005 en dólares (PPC de 2005)	PIB per cápita 2005 en dólares (PPC de 2005)	PIB 2005 en pesos a precios corrientes	PIB per cápita 2005 en pesos a precios corrientes
11036	Santiago Maravatío	6389	32,314,056	5,058	228,663,280	35,790
11037	Silao	147123	1,104,473,548	7,507	7,815,563,157	53,123
11038	Tarandacuao	10252	69,837,455	6,812	494,189,331	48,204
11039	Tarimoro	33014	179,664,589	5,442	1,271,356,788	38,510
11040	Tierra Blanca	16136	77,093,597	4,778	545,535,813	33,809
11041	Uriangato	53077	456,821,460	8,607	3,232,596,182	60,904
11042	Valle de Santiago	127945	952,194,823	7,442	6,737,996,385	52,663
11043	Victoria	19112	86,010,750	4,500	608,636,078	31,846
11044	Villagrán	49653	505,780,039	10,186	3,579,040,749	72,081
11045	Xichú	10592	29,608,435	2,795	209,517,554	19,781
11046	Yuriria	63447	344,273,599	5,426	2,436,176,097	38,397

Fuente: PIB en dólares, estimación del Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD

PIB en pesos, estimación del INAFED con base en el PNUD e INEGI

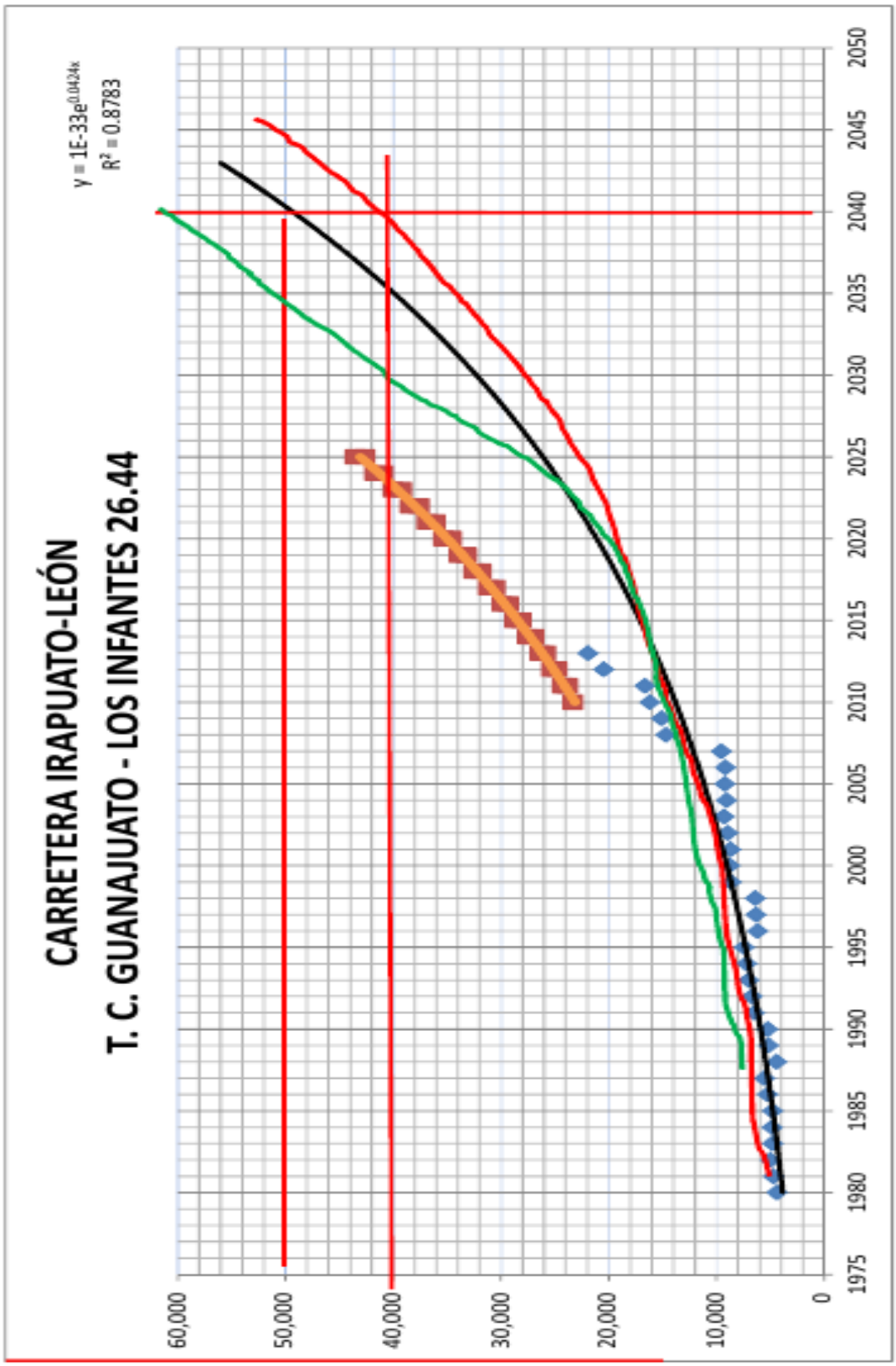
Anexo 3. Aforos vehiculares y gráficas de tendencia de crecimiento

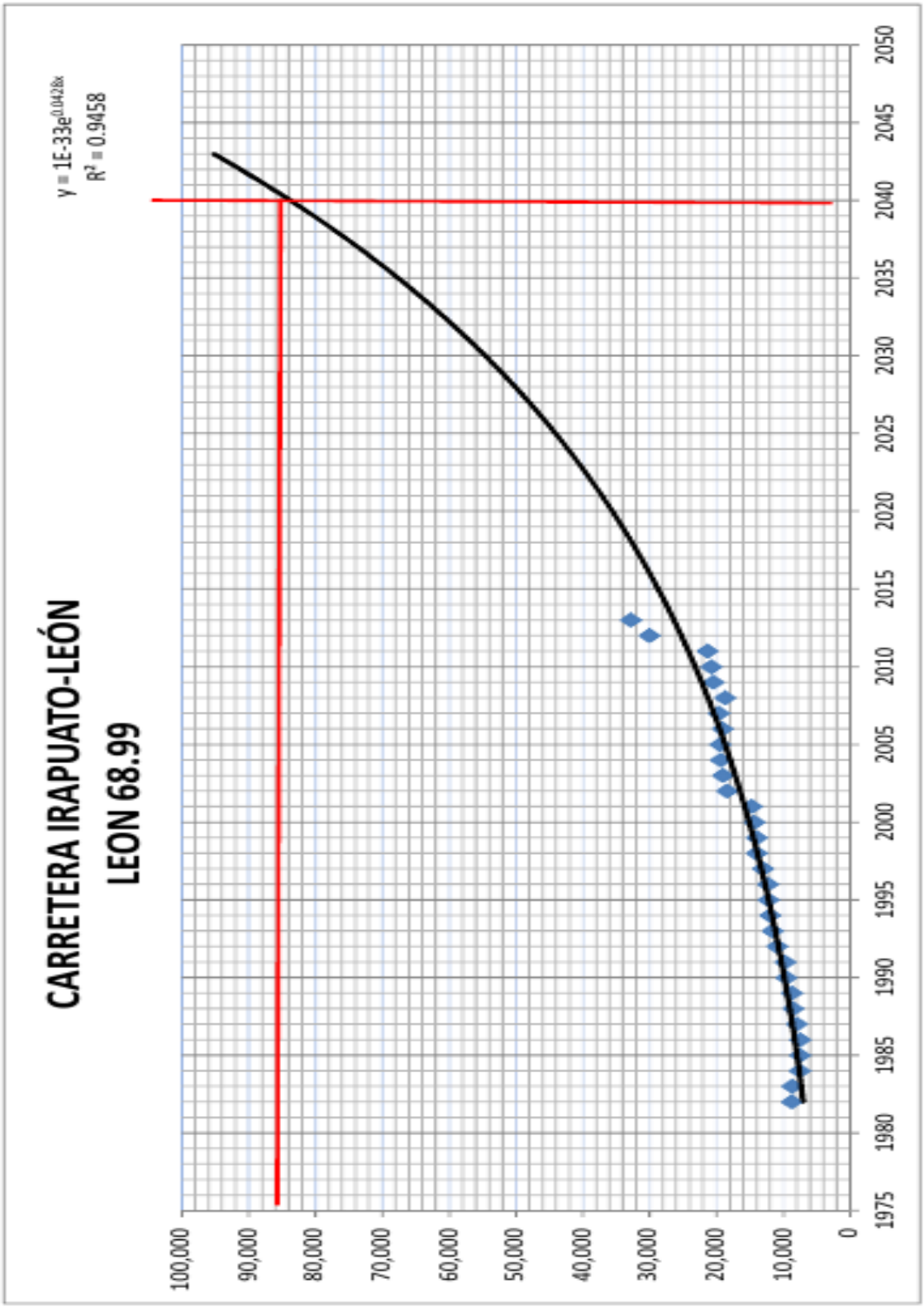
AÑO	CARRETERA IRAPUATO LEON											
	KM 26.44	T.C. (%)	KM 26.44	T.C. (%)	KM 57.77	T.C. (%)	KM 57.77	T.C. (%)	KM 68.99	T.C. (%)	KM 68.99	T.C. (%)
1980	4,425		4,425		6,500		6,500					
1981	4,775	7.91%	4,775	7.91%	7,000	7.69%	7,000	7.69%				
1982	5,016	5.05%	5,016	5.05%	7,381	5.44%	7,381	5.44%	8,737		8,737	
1983	4,841	-3.49%	4,841	-3.49%	7,321	-0.81%	7,321	-0.81%	8,649	-1.01%	8,649	-1.01%
1984	4,886	0.93%	4,886	0.93%	6,515	-11.01%	6,515	-11.01%	7,525	-13.00%	7,525	-13.00%
1985	4,831	-1.13%	4,831	-1.13%	5,872	-9.87%	5,872	-9.87%	7,472	-0.70%	7,472	-0.70%
1986	5,273	9.15%	5,409	11.96%	6,486	10.46%	6,515	10.95%	7,476	0.05%	7,671	2.66%
1987	5,590	6.01%	5,733	5.99%	6,680	2.99%	6,710	2.99%	7,985	6.81%	8,192	6.79%
1988	4,447	-20.45%	4,444	-22.48%	7,812	16.95%	7,693	14.65%	8,528	6.80%	8,749	6.80%
1989	5,195	16.82%	4,221	-5.02%	8,978	14.93%	8,378	8.90%	8,754	2.65%	9,186	4.99%
1990	5,300	2.02%	4,800	13.72%	8,792	-2.07%	8,726	4.15%	9,546	9.05%	9,623	4.76%
1991	6,511	22.85%	6,337	32.02%	9,055	2.99%	8,988	3.00%	9,749	2.13%	9,879	2.66%
1992	6,752	3.70%	6,715	5.96%	9,425	4.09%	9,268	3.12%	10,895	11.76%	11,256	13.94%
1993	7,030	4.12%	7,195	7.15%	9,744	3.38%	9,757	5.28%	11,608	6.54%	11,685	3.81%
1994	7,245	3.06%	7,345	2.08%	10,758	10.41%	10,956	12.29%	11,984	3.24%	12,084	3.41%
1995	7,470	3.11%	7,640	4.02%	11,645	8.25%	11,884	8.47%	12,249	2.21%	12,492	3.38%
1996	6,225	-16.67%	6,394	-16.31%	11,700	0.47%	11,940	0.47%	12,310	0.50%	12,550	0.46%
1997	6,352	2.04%	6,358	-0.56%	11,820	1.03%	11,960	0.17%	13,056	6.06%	13,213	5.28%
1998	6,460	1.70%	6,470	1.76%	12,030	1.78%	12,175	1.80%	13,966	6.97%	13,455	1.83%
1999	8,708	34.80%	8,702	34.50%	12,347	2.64%	12,529	2.91%	13,962	-0.03%	13,622	1.24%
2000	8,799	1.05%	8,616	-0.99%	12,775	3.47%	12,947	3.34%	14,362	2.86%	14,233	4.49%
2001	8,718	-0.92%	8,816	2.32%	12,767	-0.06%	12,995	0.37%	14,713	2.44%	14,435	1.42%
2002	8,996	3.19%	9,183	4.16%	13,336	4.46%	13,403	3.14%	18,387	24.97%	18,736	29.80%
2003	9,320	3.60%	9,515	3.62%	13,730	2.95%	13,970	4.23%	19,050	3.61%	19,410	3.60%
2004	9,116	-2.19%	9,133	-4.01%	13,939	1.52%	13,970	0.00%	19,340	1.52%	19,305	-0.54%
2005	9,254	1.51%	9,241	1.18%	14,021	0.59%	14,165	1.40%	19,454	0.59%	19,584	1.45%
2006	9,209	-0.49%	9,220	-0.23%	13,698	-2.30%	13,884	-1.98%	19,102	-1.81%	19,061	-2.67%
2007	9,589	4.13%	9,419	2.16%	14,100	2.93%	14,214	2.38%	19,636	2.80%	20,317	6.59%
2008	14,715	53.46%	14,827	57.42%	19,274	36.70%	19,092	34.32%	18,700	-4.77%	18,463	-9.13%
2009	15,148	2.94%	15,114	1.94%	20,675	7.27%	20,724	8.55%	20,482	9.53%	20,358	10.26%
2010	16,210	7.01%	15,979	5.72%	22,394	8.31%	22,908	10.54%	20,751	1.31%	18,655	-8.37%
2011	16,673	2.86%	16,080	0.63%	23,041	2.89%	23,167	1.13%	21,362	2.94%	20,014	7.28%
2012	20,506	22.99%	19,974	24.22%	29,564	28.31%	28,991	25.14%	30,039	40.62%	31,331	56.55%
2013	21,938	6.98%	21,852	9.40%	30,603	3.51%	31,921	10.11%	32,813	9.23%	33,865	8.09%

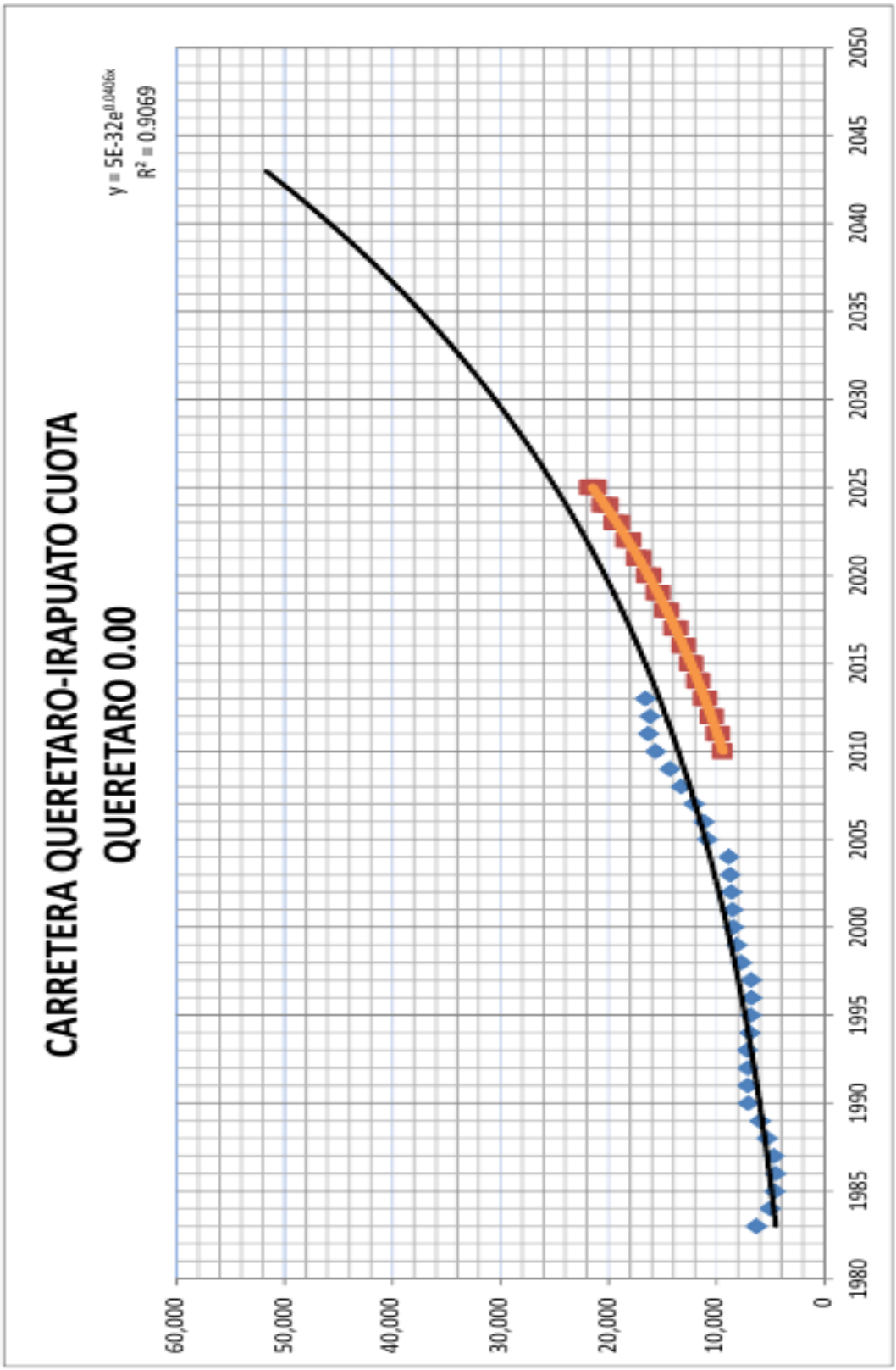
CARRETERA LEON-SAN FRANCISCO									
KM 0.00	T.C. (%)	KM 0.00	T.C. (%)	KM 23.00	T.C. (%)	KM 23.00	T.C. (%)	KM 29.00	T.C. (%)
3,333		3,333		2,228		2,228		1,130	
3,645		3,645		2,452		2,452		1,285	
4,025		4,025		2,755		2,755		1,425	
4,343		4,343		2,985		2,985		1,641	
4,425	1.89%	4,425		2,746	-8.01%	2,746	-8.01%	1,510	-7.98%
4,546	2.73%	4,546		2,865		2,865		1,850	22.52%
4,667	2.66%	4,667	2.66%	3,080		3,080		1,968	6.38%
4,350	-6.79%	4,350	-6.79%	3,235	5.03%	3,235	5.03%	2,025	
3,917	-9.95%	4,040	-7.13%	3,788	17.09%	3,677	13.66%	2,054	
4,045	3.27%	4,689	16.06%	3,788	0.00%	3,566	-3.02%	2,177	5.99%
4,395	8.65%	4,923	4.99%	4,167	10.01%	3,923	10.01%	1,706	-21.64%
5,132	16.77%	5,120	4.00%	4,266	2.38%	4,120	5.02%	1,757	2.99%
5,425	5.71%	5,412		4,410		4,356		1,822	
5,713	5.31%	5,702		4,570		4,510		1,880	
5,932	3.83%	5,925		4,712		4,689		1,953	
6,170	4.01%	6,160		4,930		4,870		2,030	
7,452	20.78%	7,384		5,060	2.64%	5,000	2.67%	2,066	1.77%
8,682	16.51%	8,578		5,166	2.09%	5,160	3.20%	2,164	4.74%
8,925	2.80%	8,918	3.96%	5,310	2.79%	5,310	2.91%	2,225	2.82%
9,175	2.80%	9,165	2.77%	5,460	2.82%	5,460	2.82%	2,287	2.79%
9,430	2.78%	9,420	2.78%	5,610	2.75%	5,610	2.75%	2,350	2.75%
9,521	0.97%	9,522	1.08%	5,332	-4.96%	5,447	-2.91%	2,258	-3.91%
9,676	1.63%	9,618	1.01%	6,180	15.90%	6,336	16.32%	2,430	7.62%
9,927	2.59%	10,096	4.97%	6,451	4.39%	6,409	1.15%	2,520	3.70%
9,977	0.50%	9,985	-1.10%	6,514	0.98%	6,635	3.53%	2,635	4.56%
10,145	1.68%	10,121	1.36%	6,613	1.52%	6,626	-0.14%	2,700	2.47%
10,448	2.99%	10,309	1.86%	6,713	1.51%	6,755	1.95%	2,746	1.70%
9,737	-6.81%	9,754	-5.38%	6,817	1.55%	6,809	0.80%	2,548	-7.21%
11,806	21.25%	11,359	16.45%	6,998	2.66%	7,047	3.50%	2,378	-6.67%
11,244	-4.76%	10,907	-3.98%	7,912	13.06%	7,835	11.18%	2,566	7.91%
10,517	-6.47%	10,728	-1.64%	8,257	4.36%	8,436	7.67%	3,882	51.29%
11,814	12.33%	11,786	9.86%	8,992	8.90%	9,229	9.40%	4,217	8.63%
19,109	61.75%	19,427	64.83%	12,080	34.34%	12,165	31.81%	4,321	2.47%
19,496	2.03%	19,559	0.68%	12,167	0.72%	12,353	1.55%	4,627	7.08%

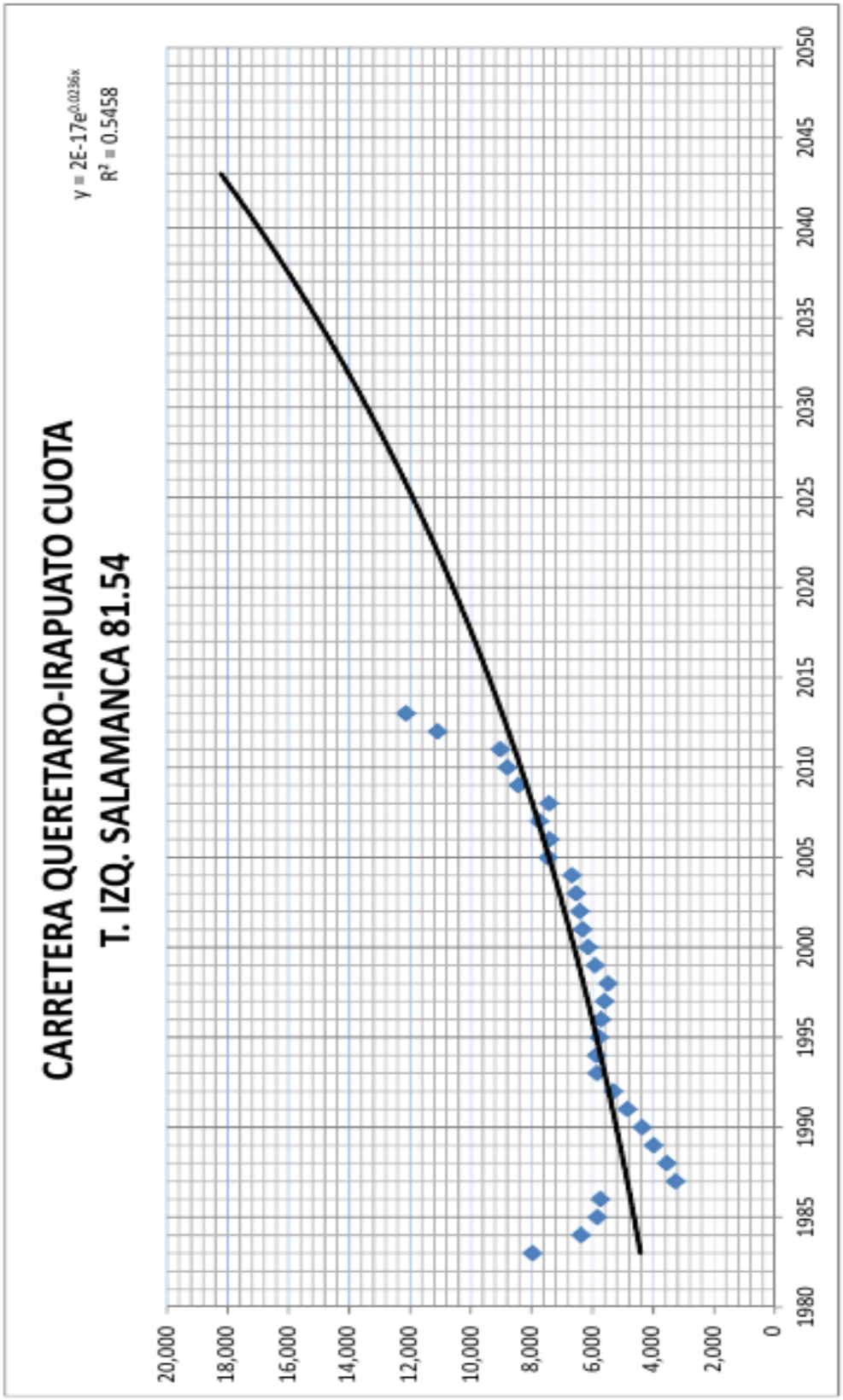
Fuente: Cordero, 2016.

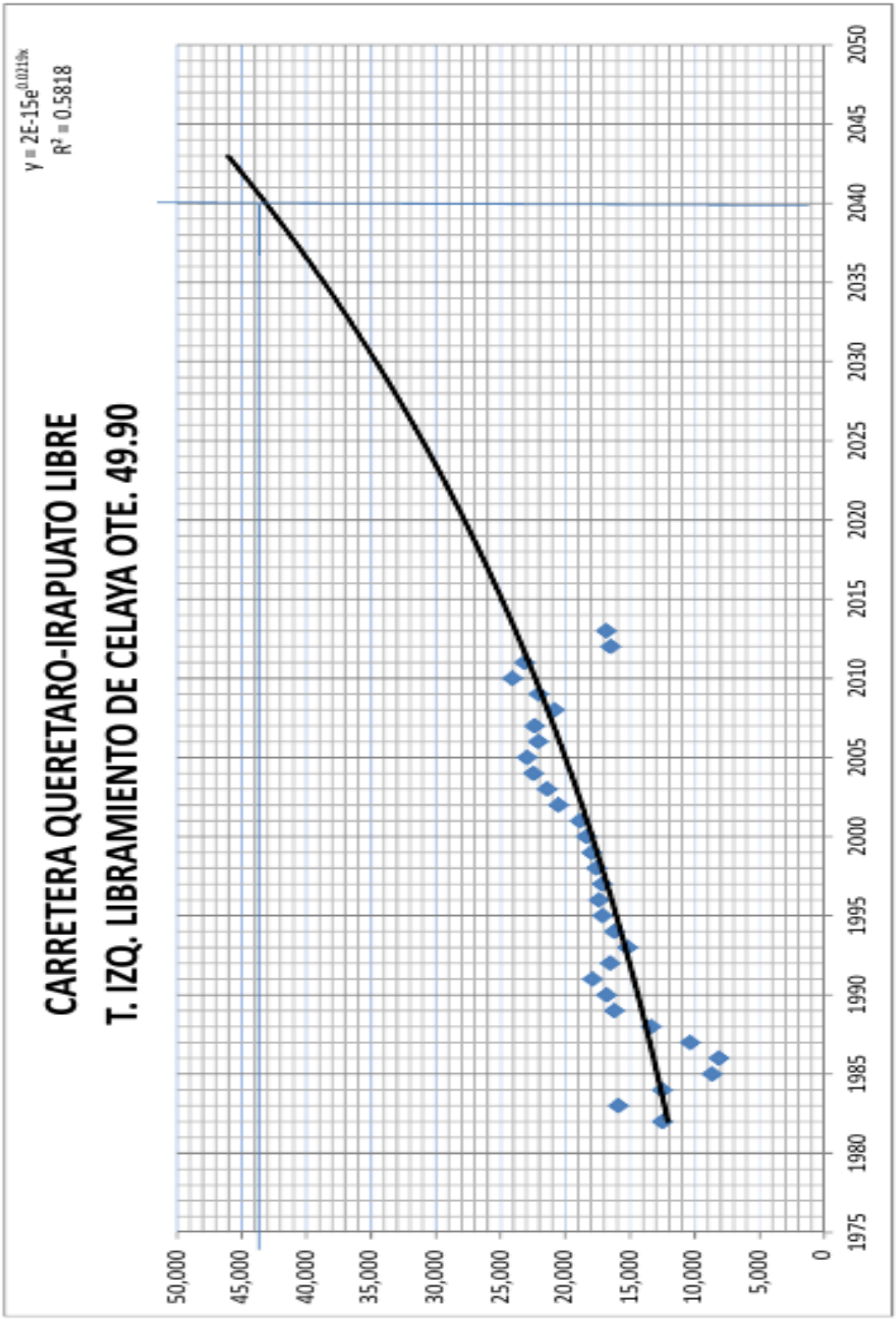
CARRETERA QUERETARO-IRAPUATO LIBRE													
KM 28.37	T.C. (%)	KM 49.90	T.C. (%)	KM 67.50	T.C. (%)	KM 93.80	T.C. (%)	KM 93.80	T.C. (%)	KM 113.70	T.C. (%)	KM 113.70	T.C. (%)
5,162				9,100		8,440		5,000		7,165		7,165	
5,438	5.35%			9,855		10,145		4,995	-0.10%	7,770	8.44%	7,770	8.44%
6,762	24.35%	12,523		10,452		12,407		6,220	24.52%	6,852		6,852	
6,030	-10.83%	15,925	27.17%	11,045		12,050	-2.88%	5,910	-4.98%	5,795		5,795	
5,025		12,525		10,685		11,125		5,542		5,932		5,932	
4,142		8,680		10,188		10,647		5,182		6,162		6,162	
4,835		8,159	-6.00%	10,435	2.42%	10,114	-5.01%	4,905	-5.35%	5,757	-6.57%	5,757	-6.57%
5,325		10,358		11,825		10,255		5,455		7,741	34.46%	7,741	34.46%
6,199		13,393		13,330		10,356		5,979		6,627	-14.39%	7,106	-8.20%
6,724	8.47%	16,236	21.23%	9,970	-25.21%	10,564		6,576	9.98%	7,509	13.31%	7,816	9.99%
7,518	11.81%	16,834	3.68%	11,389	14.23%	11,157	5.61%	6,773	3.00%	8,029	6.93%	8,029	2.73%
8,312	10.56%	17,910	6.39%	12,807	12.45%	11,602	3.99%	7,179	5.99%	8,270	3.00%	8,208	2.23%
7,758		16,542		13,654		12,425		7,357		8,654		8,654	
7,251		15,193		14,319		13,378		7,785		9,015		9,014	
7,525		16,236		14,725		12,895		8,015		9,452		9,325	
7,791		17,150		15,080		12,480		8,231		9,820		9,740	
7,910	1.53%	17,410	1.52%	15,310	1.53%	13,921	11.55%	8,490	3.15%	9,970	1.53%	9,890	1.54%
8,044	1.69%	17,186	-1.29%	15,725		14,200	2.00%	8,662	2.03%	10,038	0.68%	9,960	0.71%
9,692	20.49%	17,595	2.38%	16,185		14,610	2.89%	8,916	2.93%	10,210	1.71%	10,125	1.66%
9,866	1.80%	17,978	2.18%	16,636		15,992	9.46%	8,940	0.27%	10,384	1.70%	10,304	1.77%
10,090	2.27%	18,390	2.29%	17,020	2.31%	16,360	2.30%	9,145	2.29%	10,620	2.27%	10,540	2.29%
10,875	7.78%	18,892	2.73%	17,754	4.31%	17,152	4.84%	9,390	2.68%	12,236	15.22%	11,479	8.91%
11,215	3.13%	20,550	8.78%	19,471	9.67%	18,927	10.35%	10,957	16.69%	12,638	3.29%	12,338	7.48%
11,653	3.91%	21,412	4.19%	20,230	3.90%	20,230	6.88%	11,652	6.34%	13,130	3.89%	12,715	3.06%
12,277	5.35%	22,472	4.95%	21,218	4.88%	21,218	4.88%	12,204	4.74%	13,844	5.44%	14,189	11.59%
12,315	0.31%	22,965	2.19%	21,274	0.26%	21,391	0.82%	12,354	1.23%	14,847	7.25%	14,266	0.54%
12,836	4.23%	22,109	-3.73%	21,064	-0.99%	21,264	-0.59%	10,611	-14.11%	14,443	-2.72%	14,408	1.00%
12,390	-3.47%	22,373	1.19%	18,959	-9.99%	22,019	3.55%	10,978	3.46%	14,560	0.81%	13,344	-7.38%
11,898	-3.97%	20,867	-6.73%	20,483	8.04%	24,959	13.35%	12,517	14.02%	13,783	-5.34%	13,825	3.60%
13,049	9.67%	22,081	5.82%	22,440	9.55%	25,992	4.14%	12,934	3.33%	12,849	-6.78%	12,903	-6.67%
13,666	4.73%	24,108	9.18%	22,469	0.13%	22,281	-14.28%	11,419	-11.71%	12,797	-0.40%	12,984	0.63%
21,919	60.39%	23,176	-3.87%	25,332	12.74%	22,243	-0.17%	11,173	-2.15%	12,942	1.13%	12,674	-2.39%
13,519	-38.32%	16,514	-28.75%	38,258	51.03%	33,969	52.72%	17,288	54.73%	14,462	11.74%	15,742	24.21%
14,408	6.58%	16,863	2.11%	40,837	6.74%	36,692	8.02%	18,193	5.23%	15,157	4.81%	16,232	3.11%

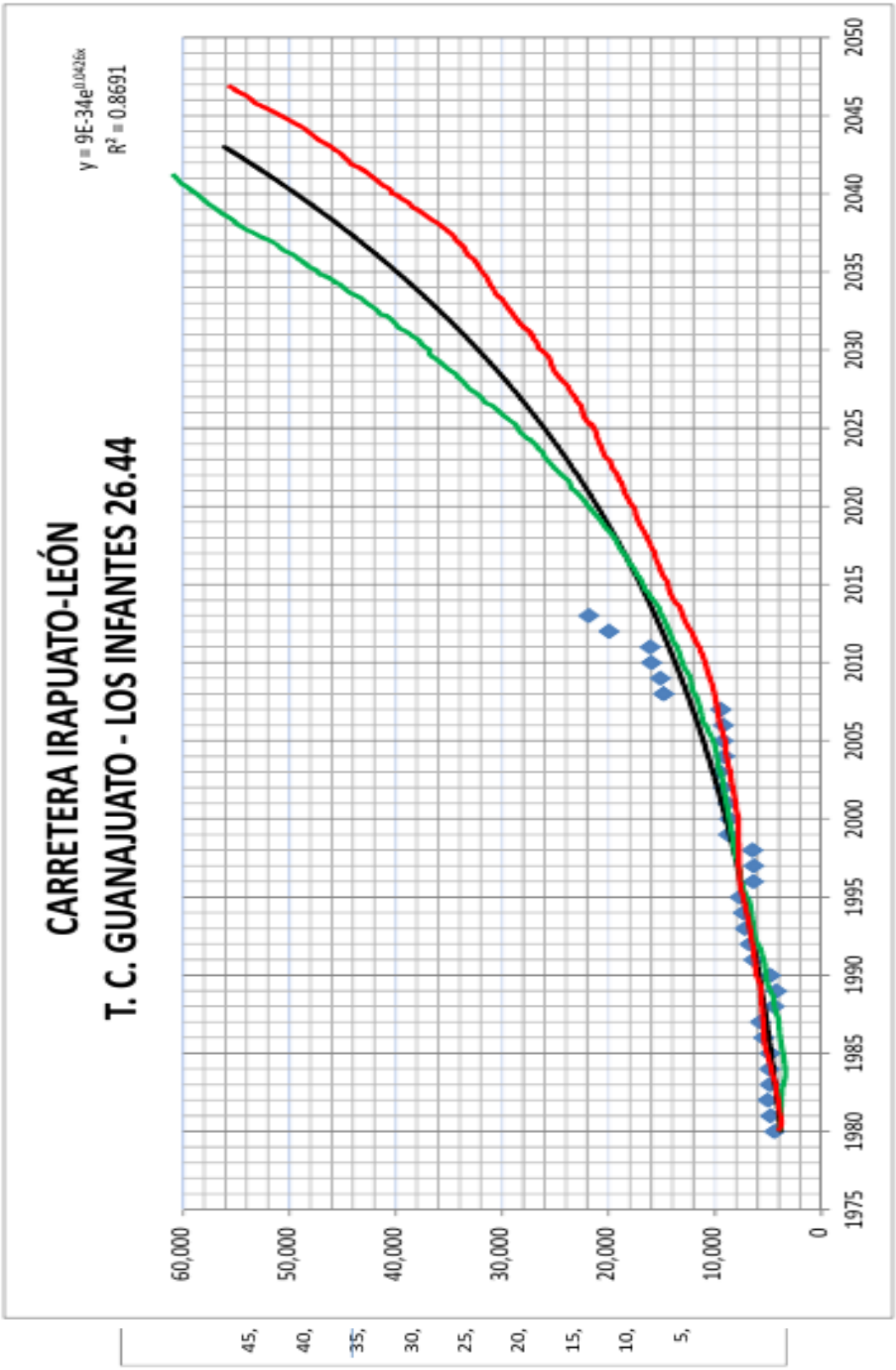

CARRETERA IRAPUATO-LEÓN
T. C. GUANAJUATO - LOS INFANTES 26.44
y = 1E-33e^0.0424x
R² = 0.8783
60,000
50,000
40,000
30,000
20,000
10,000
0
1975
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050

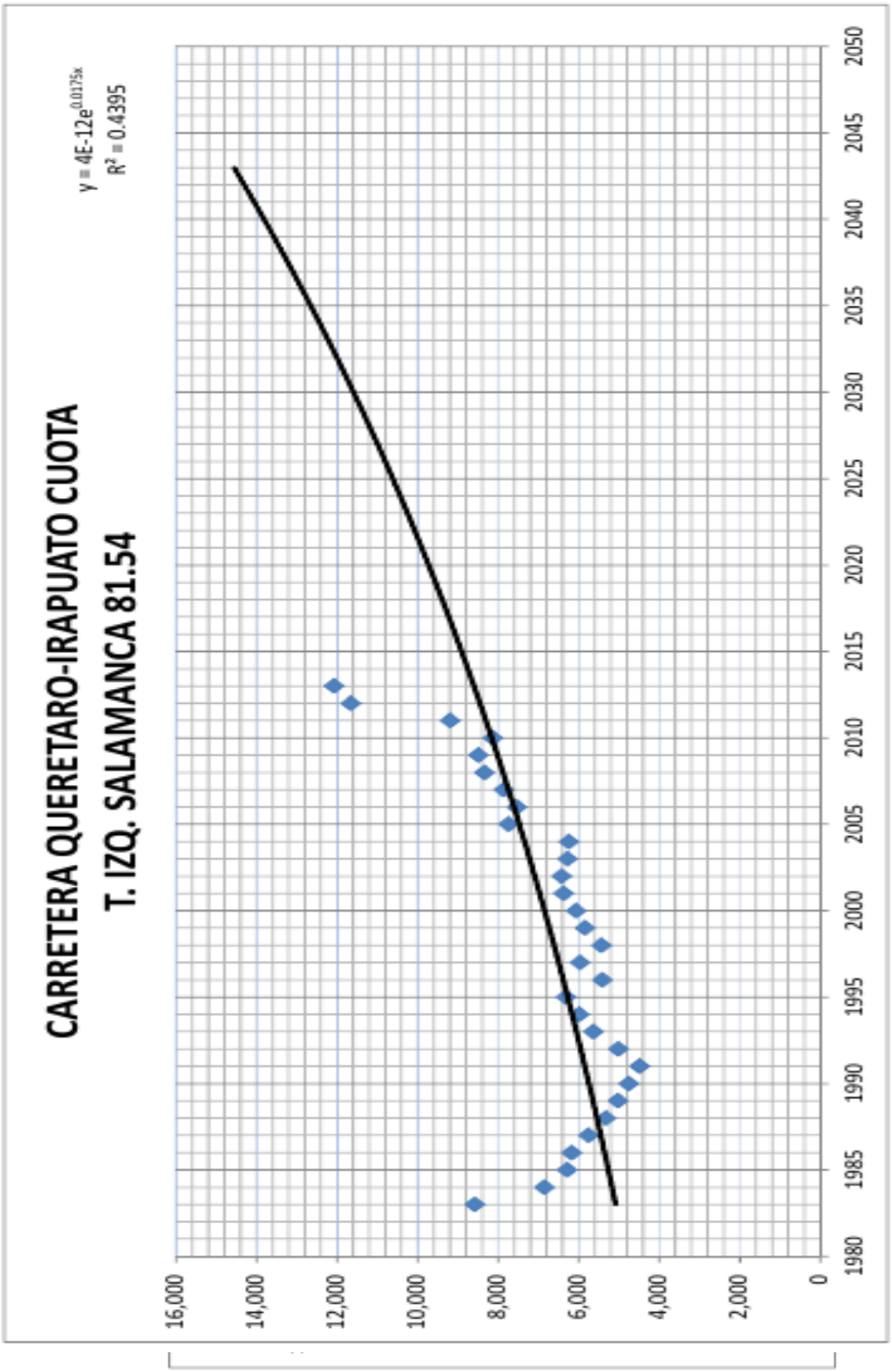

CARRETERA IRAPUATO-LEÓN
LEON 68.99
y = 1E-33e^0.042kx
R² = 0.9458
100,000
90,000
80,000
70,000
60,000
50,000
40,000
30,000
20,000
10,000
0
1975
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050

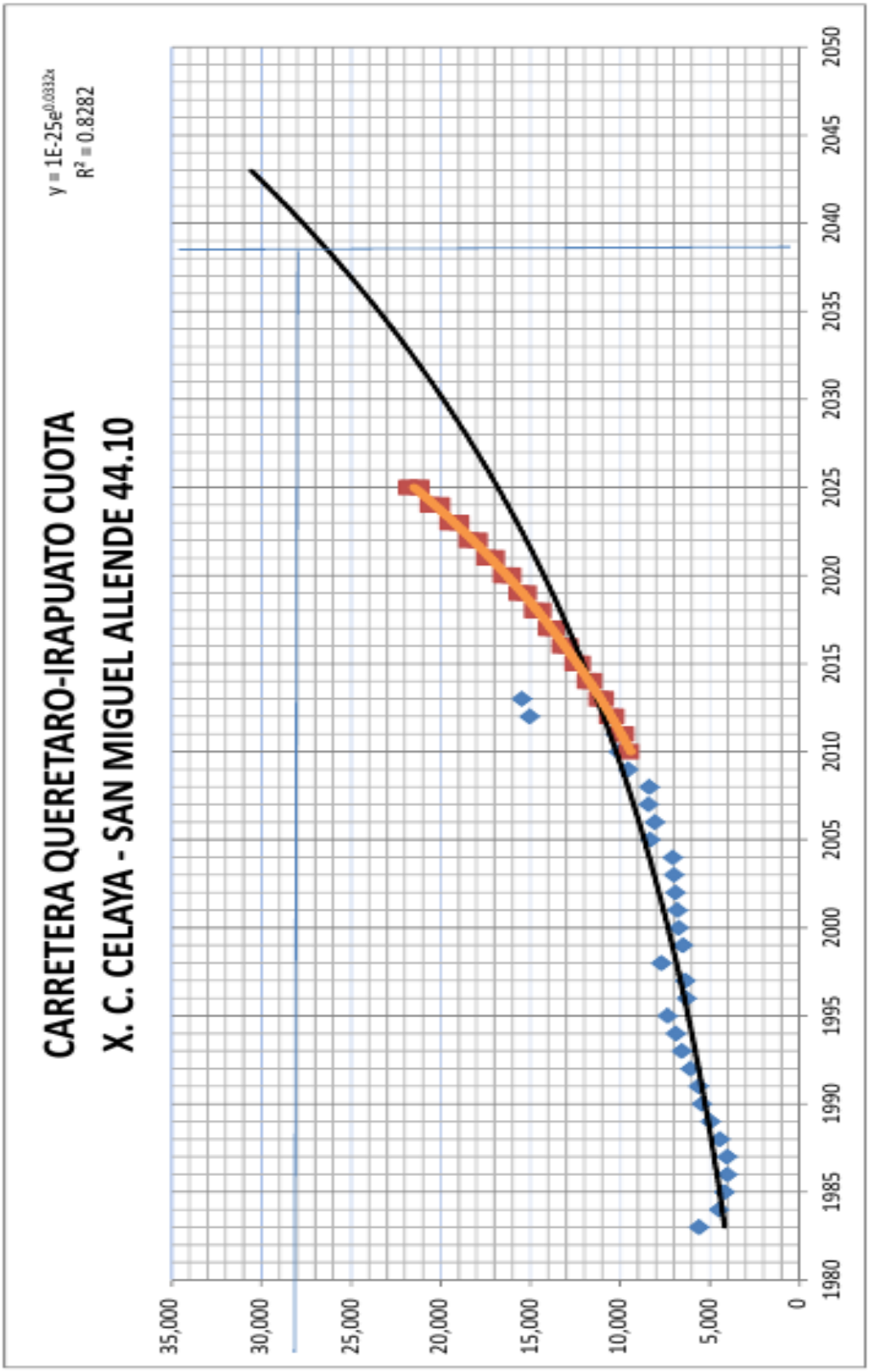

CARRETERA QUERETARO-IRAPUATO CUOTA
QUERETARO 0.00
y = 5E-32e^0.0406x
R² = 0.9069
60,000
50,000
40,000
30,000
20,000
10,000
0
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050

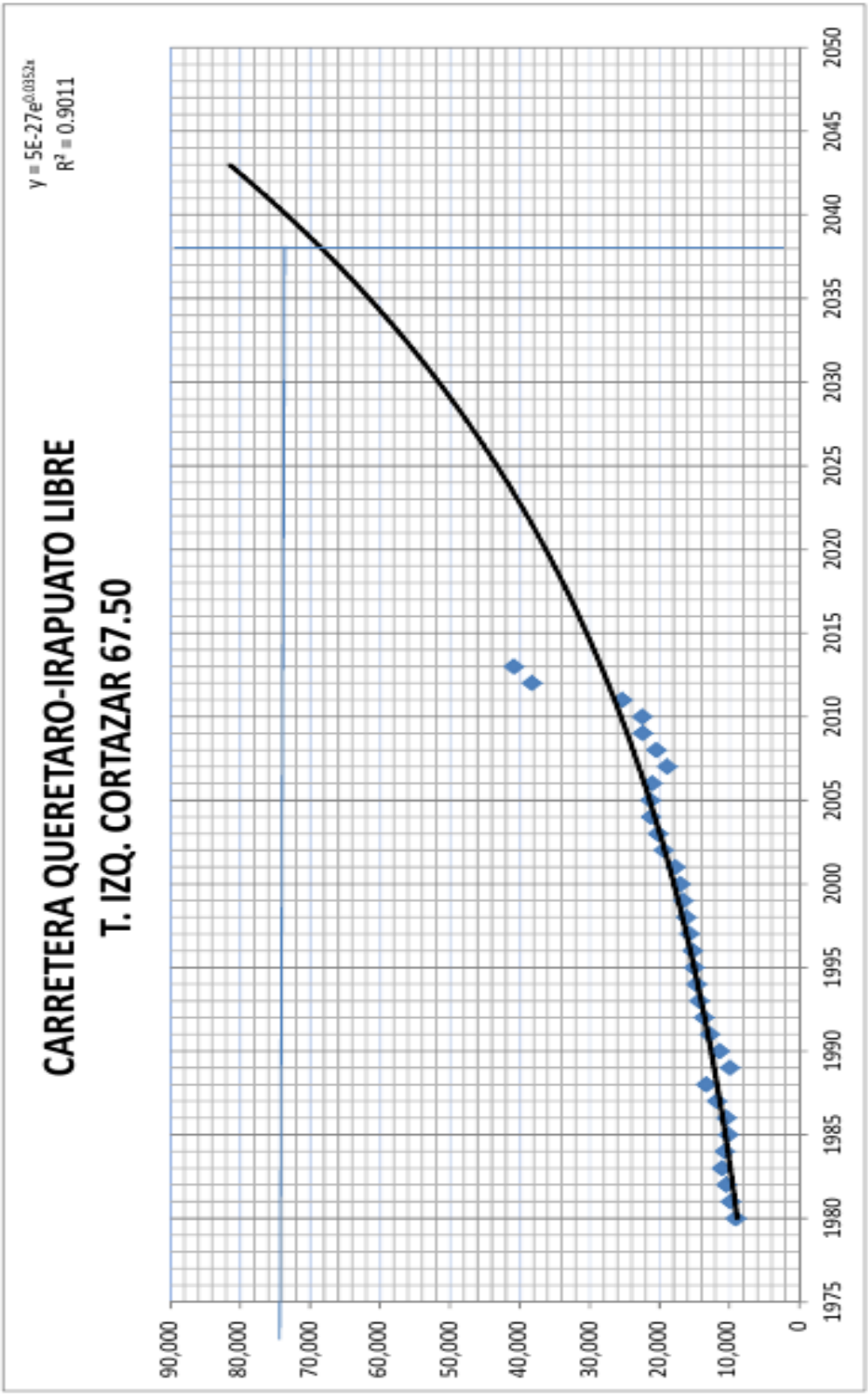

CARRETERA QUERETARO-IRAPUATO CUOTA
T. IZQ. SALAMANCA 81.54
y = 2E-17e^0.0236x
R² = 0.5458
20,000
18,000
16,000
14,000
12,000
10,000
8,000
6,000
4,000
2,000
0
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050

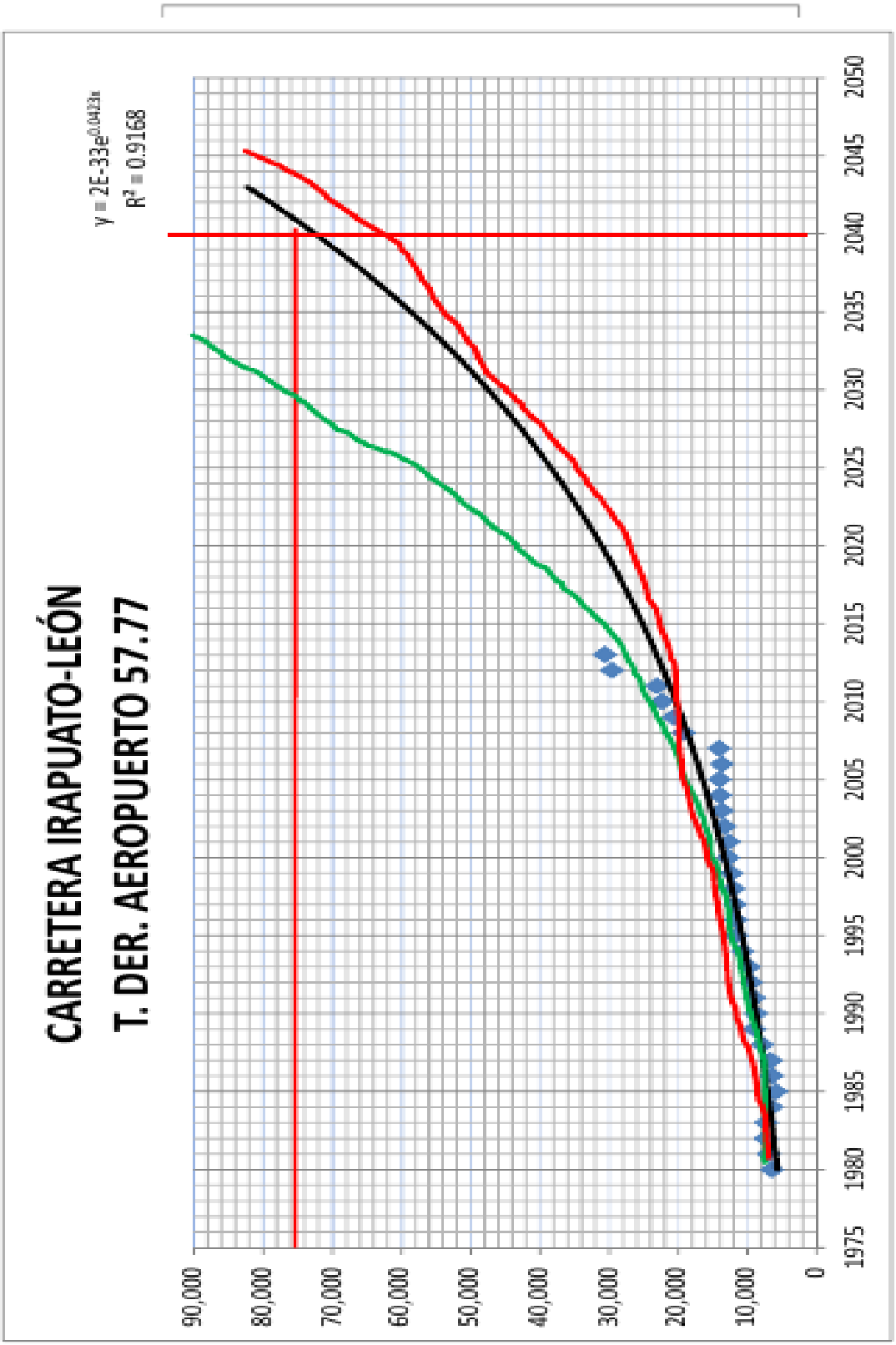

CARRETERA QUERETARO-IRAPUATO LIBRE
T. IZQ. LIBRAMIENTO DE CELAYA OTE. 49.90
y = 2E-15e^0.0219x
R² = 0.5818
50,000
45,000
40,000
35,000
30,000
25,000
20,000
15,000
10,000
5,000
0
1975
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050

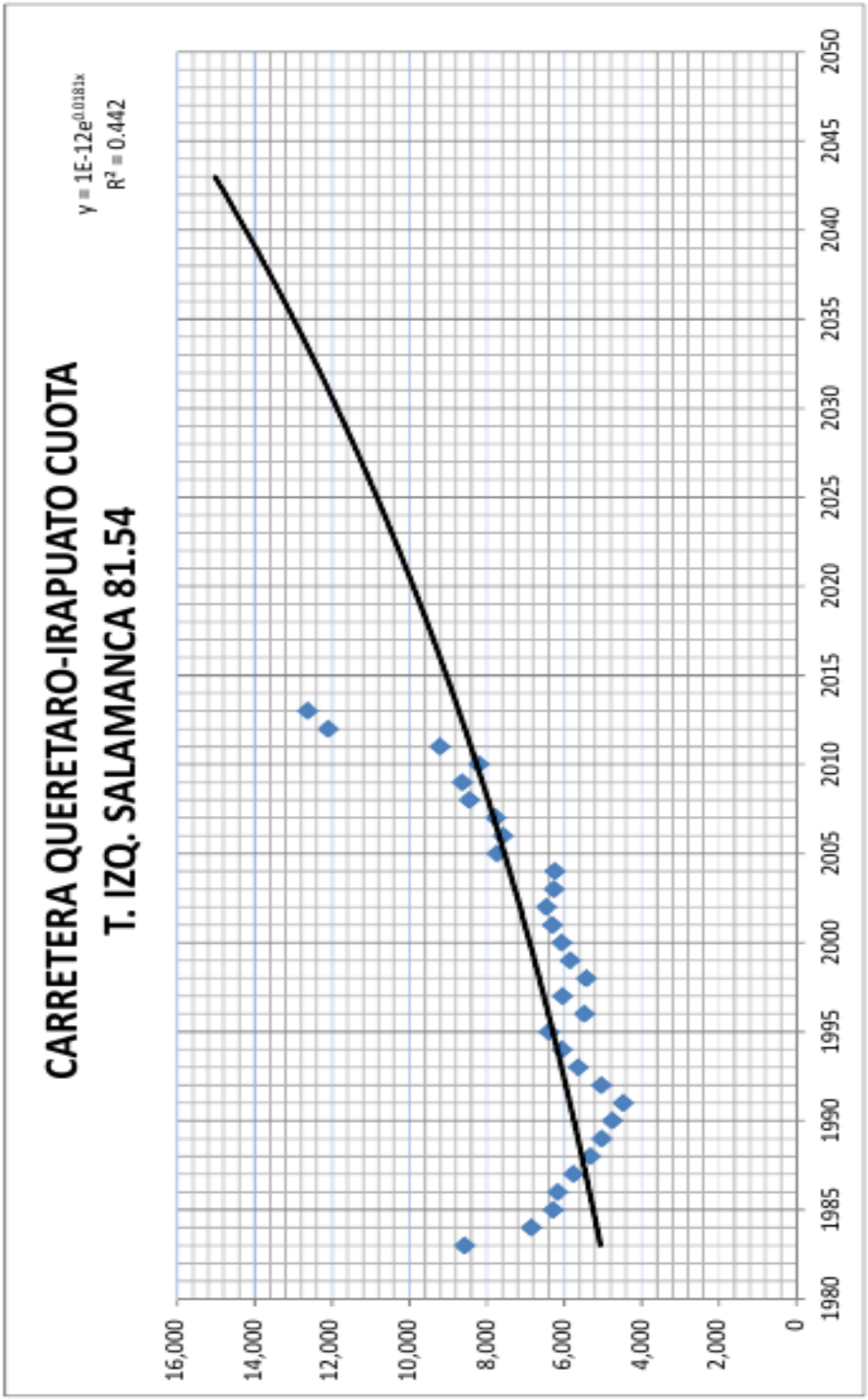

CARRETERA IRAPUATO-LEÓN
T. C. GUANAJUATO - LOS INFANTES 26.44
y = 9E-34e^0.042x
R² = 0.8691
60,000
50,000
40,000
30,000
20,000
10,000
0
1975
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050
45,
40,
35,
30,
25,
20,
15,
10,
5,

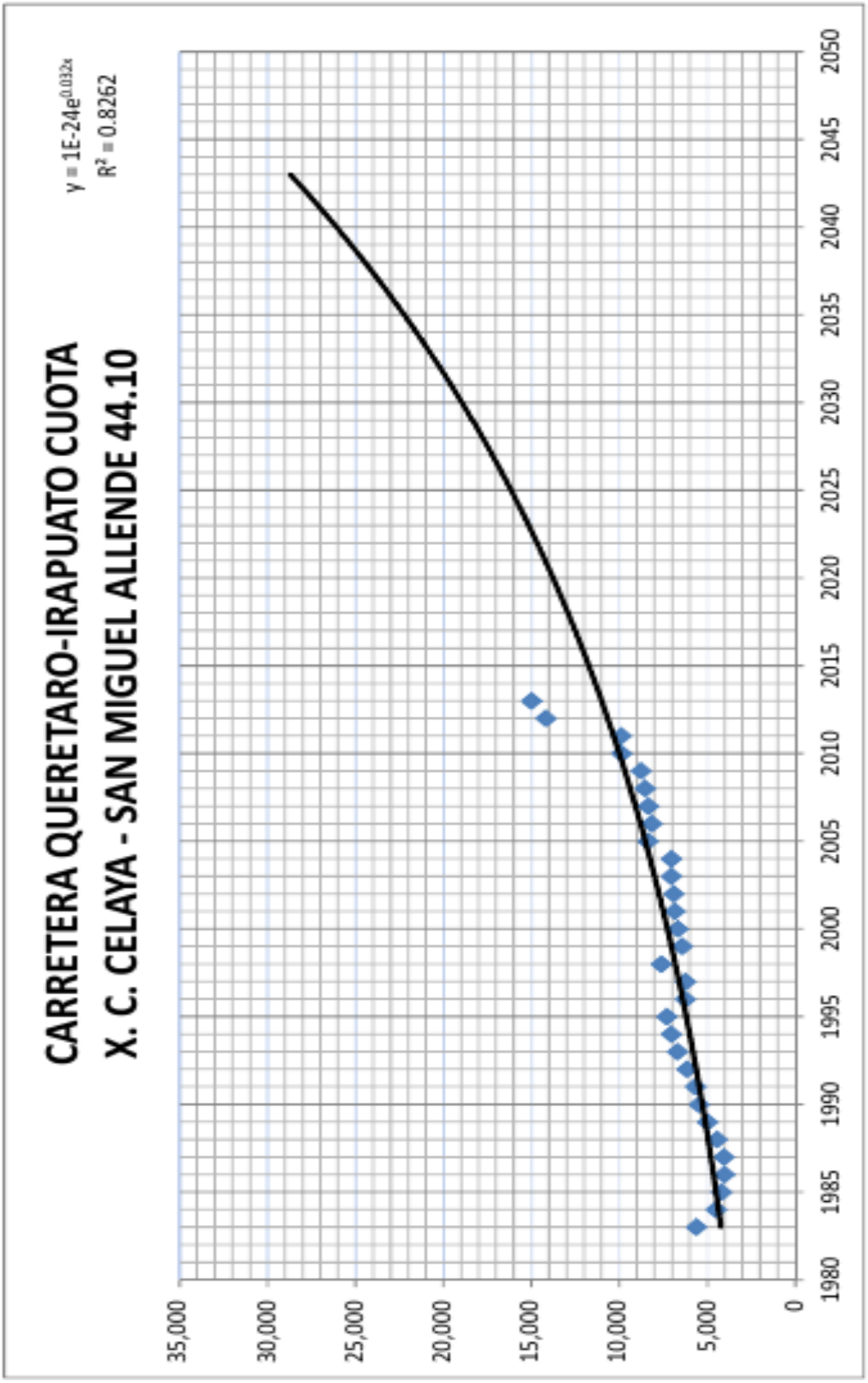

CARRETERA QUERETARO-IRAPUATO CUOTA
T. IZQ. SALAMANCA 81.54
y = 4E-12e^0.0175x
R² = 0.4395
16,000
14,000
12,000
10,000
8,000
6,000
4,000
2,000
0
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050

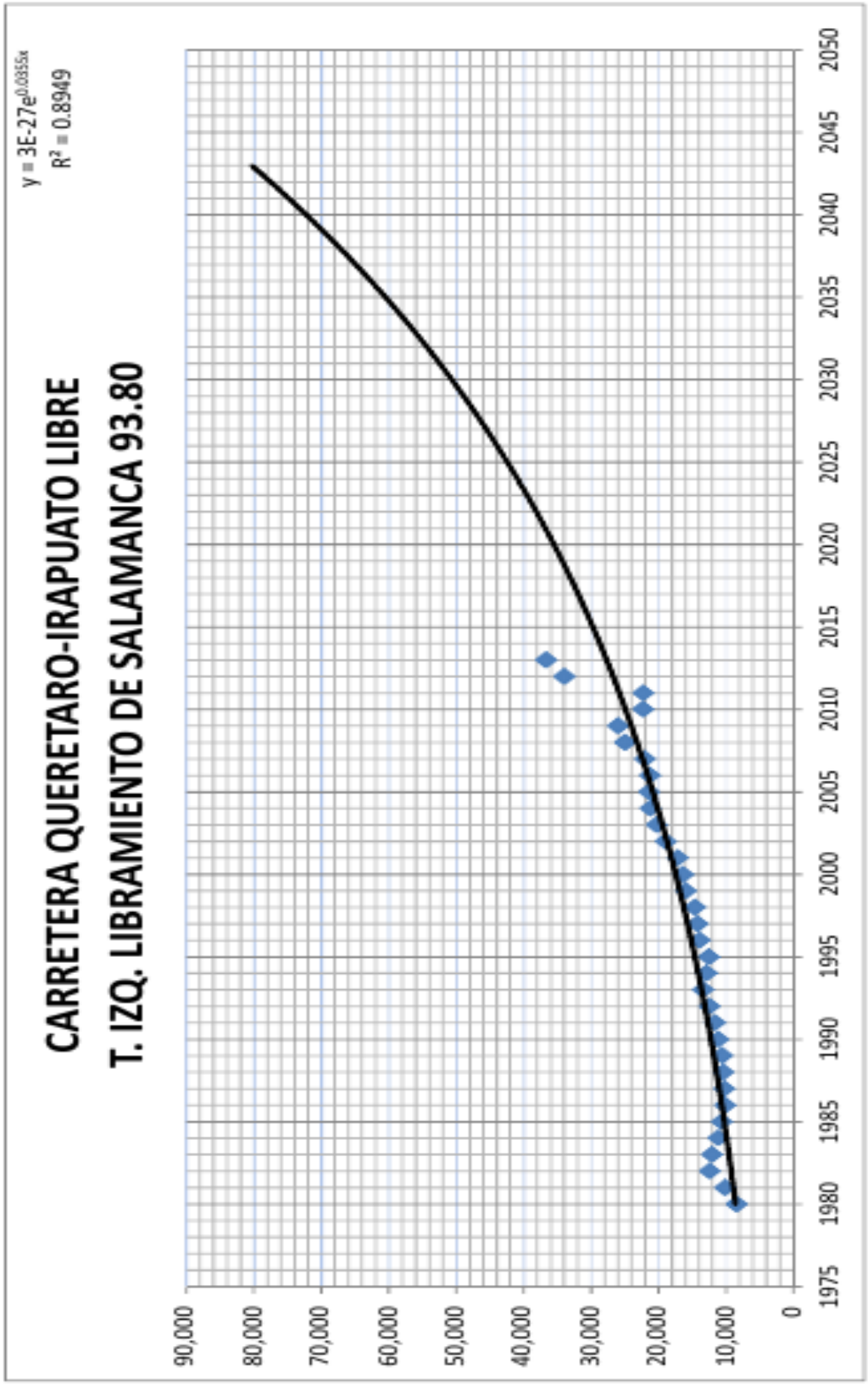

CARRETERA QUERETARO-IRAPUATO CUOTA
X. C. CELAYA - SAN MIGUEL ALLENDE 44.10
y = 1E-25e^0.0332x
R² = 0.8282
35,000
30,000
25,000
20,000
15,000
10,000
5,000
0
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050

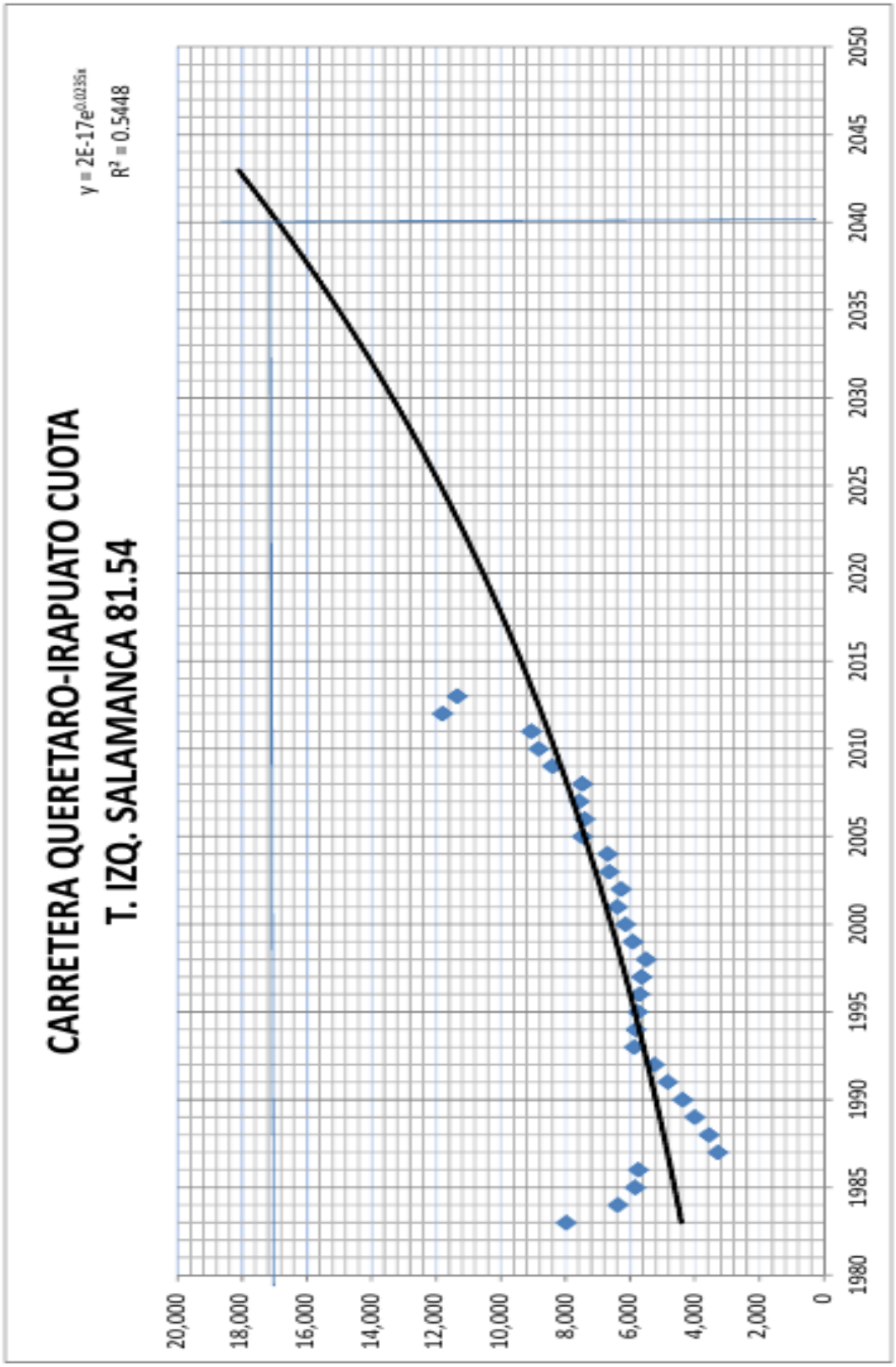

CARRETERA QUERETARO-IRAPUATO LIBRE
T. IZQ. CORTAZAR 67.50
y = 5E-27e^0.0352x
R² = 0.9011
90,000
80,000
70,000
60,000
50,000
40,000
30,000
20,000
10,000
0
1975
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050

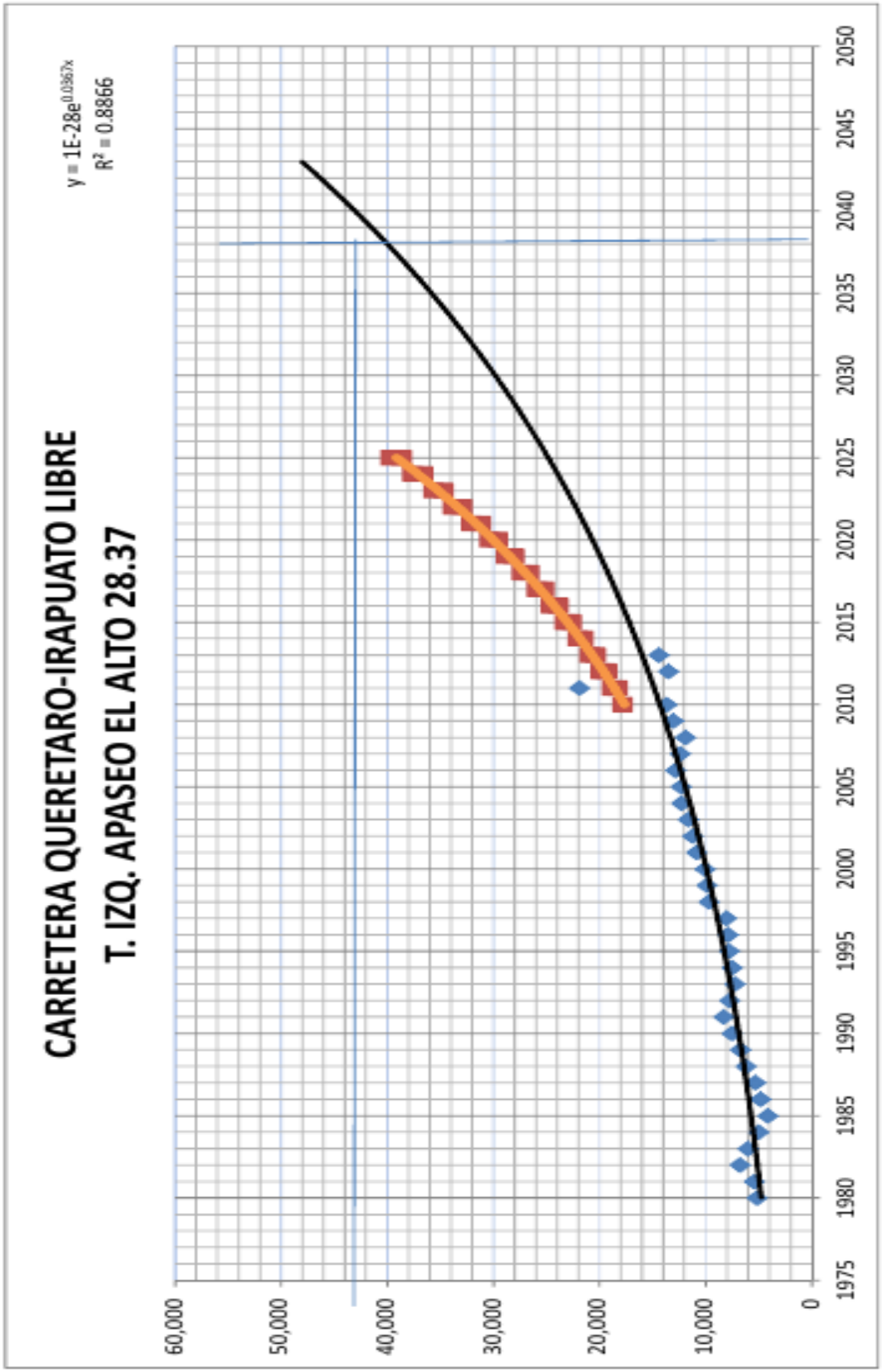

CARRETERA IRAPUATO-LEÓN
T. DER. AEROPUERTO 57.77
y = 2E-33e^0.0423x
R² = 0.9168
90,000
80,000
70,000
60,000
50,000
40,000
30,000
20,000
10,000
0
1975
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050

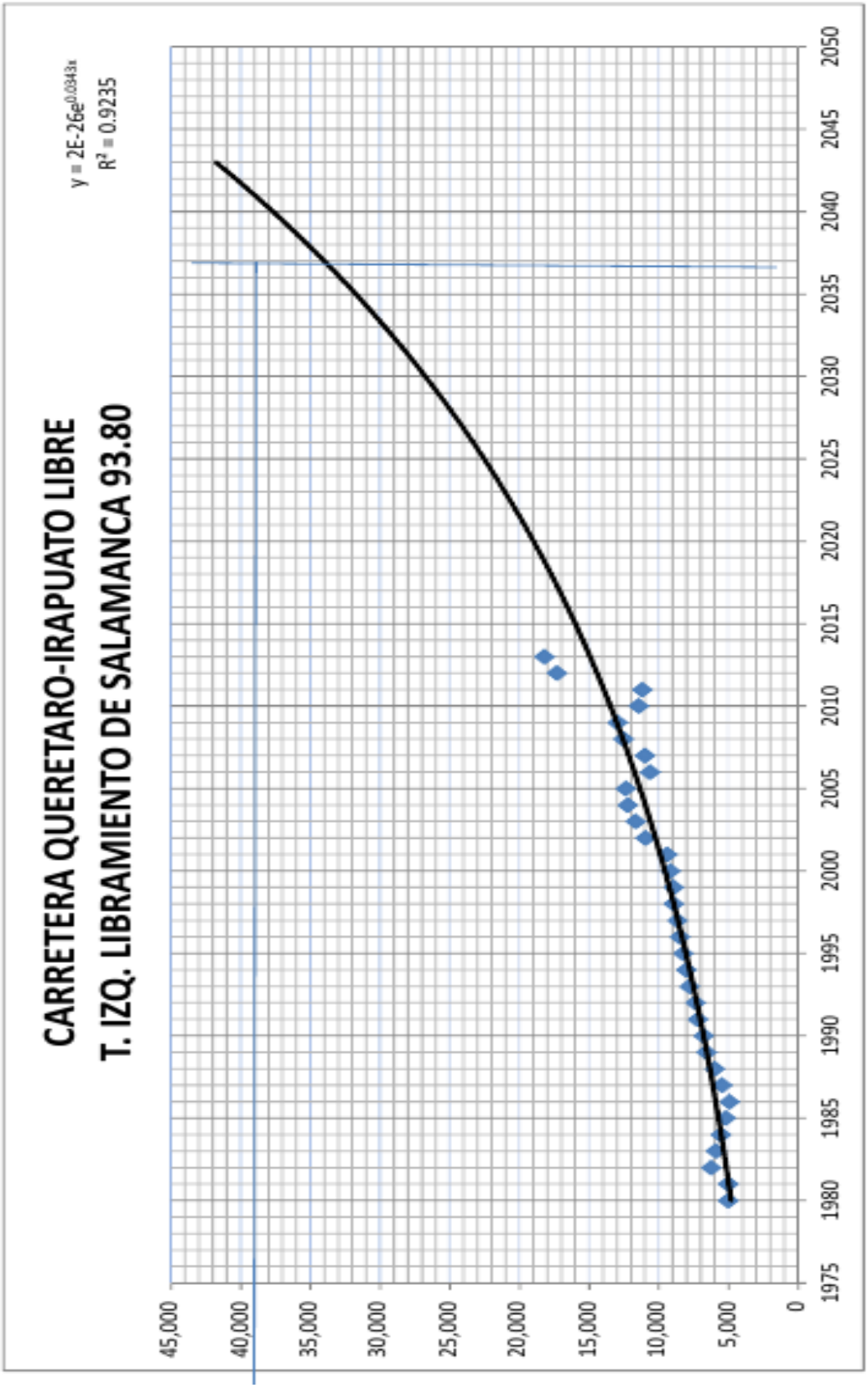

CARRETERA QUERETARO-IRAPUATO CUOTA
T. IZQ. SALAMANCA 81.54
y = 1E-12e^0.0381x
R² = 0.442
16,000
14,000
12,000
10,000
8,000
6,000
4,000
2,000
0
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050


CARRETERA QUERETARO-IRAPUATO CUOTA
X. C. CELAYA - SAN MIGUEL ALLENDE 44.10
y = 1E-24e^0.032x
R² = 0.8262
35,000
30,000
25,000
20,000
15,000
10,000
5,000
0
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050


CARRETERA QUERETARO-IRAPUATO LIBRE
T. IZQ. LIBRAMIENTO DE SALAMANCA 93.80
y = 3E-27e^0.0355x
R² = 0.8949
90,000
80,000
70,000
60,000
50,000
40,000
30,000
20,000
10,000
0
1975
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050


CARRETERA QUERETARO-IRAPUATO CUOTA
T. IZQ. SALAMANCA 81.54
y = 2E-17e^0.0235x
R² = 0.5448
20,000
18,000
16,000
14,000
12,000
10,000
8,000
6,000
4,000
2,000
0
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050


CARRETERA QUERETARO-IRAPUATO LIBRE
T. IZQ. APASEO EL ALTO 28.37
y = 1E-28e^0.0867x
R² = 0.8866
60,000
50,000
40,000
30,000
20,000
10,000
0
1975
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050


CARRETERA QUERETARO-IRAPUATO LIBRE
T. IZQ. LIBRAMIENTO DE SALAMANCA 93.80
y = 2E-26e^0.0343x
R² = 0.9235
45,000
40,000
35,000
30,000
25,000
20,000
15,000
10,000
5,000
0
1975
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050

Anexo 4. Clasificación vehicular de acuerdo con la normativa europea

No.	MUNICIPIO	CANTIDAD	HAB. 2015	REL. PERS. X VEHICULO
1	SAN FRANCISCO DEL RINC(	33,926	119,510	3.52
2	LEON	400,128	1,578,626	3.95
3	SILAO	34,040	189,567	5.57
4	ROMITA	11,467	59,879	5.22
5	GUANAJUATO	53,983	184,239	3.41
6	IRAPUATO	128,777	574,344	4.46
7	SALAMANCA	75,507	273,271	3.62
8	VILLAGRAN	12,161	58,830	4.84
9	JUVENTINO ROSAS	14,438	83,060	5.75
10	CELAYA	135,755	494,304	3.64
11	APASEO EL ALTO	16,290	68,455	4.2
12	APASEO EL GRANDE	14,864	92,605	6.23
		931,336	**3,776,690**	

No.	MUNICIPIO	CANTIDAD	HAB. 2015	REL. PERS. X VEHICULO	NORMATIVA EUROPEA				
					GASOLINA				
					EURO I 1992	EURO II 1996	EURO III 2000	EURO IV 2005	EURO V 2009
1	SAN FRANCISCO DEL RINCO	19,274	119,510	6.2	6,880	3,348	3,885	2,569	2,545
2	LEON	288,642	1,578,626	5.47	87,476	32,539	56,277	50,123	61,688
3	SILAO	20,611	189,567	9.2	6,894	3,459	3,778	2,642	3,780
4	ROMITA	4,969	59,879	12.05	2,071	1,127	879	467	419
5	GUANAJUATO	35,871	184,239	5.14	9,935	3,951	6,634	6,283	9,000
6	IRAPUATO	88,716	574,344	6.47	26,202	10,193	17,089	15,884	19,152
7	SALAMANCA	52,860	273,271	5.17	17,906	6,885	9,966	8,370	9,649
8	VILLAGRAN	7,487	58,830	7.86	2,549	1,429	1,648	955	900
9	JUVENTINO ROSAS	6,786	83,060	12.24	2,741	1,517	1,326	606	586
10	CELAYA	93,646	494,304	5.28	27,020	12,355	19,480	15,969	18,642
11	APASEO EL ALTO	7,350	68,455	9.31	2,934	1,649	1,354	644	746
12	APASEO EL GRANDE	7,402	92,605	12.51	3,034	1,611	1,370	677	692
		633,614	**3,776,690**	**5.96**	**195,642**	**80,063**	**123,686**	**105,189**	**127,799**
					632,379				

No.	MUNICIPIO	CANTIDAD	HAB. 2015	REL. PERS. X VEHICULO	NORMATIVA EUROPEA				
					DIESEL				
					EURO I 1992	EURO II 1996	EURO III 2000	EURO IV 2005	EURO V 2009
1	SAN FRANCISCO DEL RINCO	19,274	119,510	6.2	3	0	7	10	13
2	LEON	288,642	1,578,626	5.47	20	14	22	79	235
3	SILAO	20,611	189,567	9.2	1	1	3	5	42
4	ROMITA	4,969	59,879	12.05	1	0	3	0	0
5	GUANAJUATO	35,871	184,239	5.14	4	0	2	12	35
6	IRAPUATO	88,716	574,344	6.47	4	2	8	26	113
7	SALAMANCA	52,860	273,271	5.17	10	1	4	14	42
8	VILLAGRAN	7,487	58,830	7.86	0	0	1	1	2
9	JUVENTINO ROSAS	6,786	83,060	12.24	2	1	1	1	3
10	CELAYA	93,646	494,304	5.28	10	4	5	41	90
11	APASEO EL ALTO	7,350	68,455	9.31	1	1	2	6	6
12	APASEO EL GRANDE	7,402	92,605	12.51	0	0	0	5	9
		633,614	**3,776,690**	**5.96**	**56**	**24**	**58**	**200**	**590**
					928				

No.	MUNICIPIO	CANTIDAD	HAB. 2015	REL. PERS. X VEHICULO	NORMATIVA EUROPEA				
					GAS LP				
					EURO I 1992	EURO II 1996	EURO III 2000	EURO IV 2005	EURO V 2009
1	SAN FRANCISCO DEL RINCO	19,274	119,510	6.2	3	0	0	0	2
2	LEON	288,642	1,578,626	5.47	9	8	19	1	5
3	SILAO	20,611	189,567	9.2	0	1	0	0	1
4	ROMITA	4,969	59,879	12.05	1	0	0	0	0
5	GUANAJUATO	35,871	184,239	5.14	1	0	0	0	1
6	IRAPUATO	88,716	574,344	6.47	6	2	7	0	0
7	SALAMANCA	52,860	273,271	5.17	1	0	1	0	0
8	VILLAGRAN	7,487	58,830	7.86	0	0	0	0	0
9	JUVENTINO ROSAS	6,786	83,060	12.24	0	0	0	0	0
10	CELAYA	93,646	494,304	5.28	3	3	3	0	0
11	APASEO EL ALTO	7,350	68,455	9.31	0	0	0	0	0
12	APASEO EL GRANDE	7,402	92,605	12.51	2	0	0	0	0
		633,614	**3,776,690**	**5.96**	**26**	**14**	**30**	**1**	**9**
					80				

No.	MUNICIPIO	CANTIDAD	HAB. 2015	REL. PERS. X VEHICULO	NORMATIVA EUROPEA GAS/GASOLINA				
					EURO I 1992	EURO II 1996	EURO III 2000	EURO IV 2005	EURO V 2009
1	SAN FRANCISCO DEL RINCO	19,274	119,510	6.2	0	0	0	1	1
2	LEON	288,642	1,578,626	5.47	11	1	1	2	3
3	SILAO	20,611	189,567	9.2	1	0	1	0	1
4	ROMITA	4,969	59,879	12.05	0	0	0	0	0
5	GUANAJUATO	35,871	184,239	5.14	0	0	1	1	3
6	IRAPUATO	88,716	574,344	6.47	3	1	1	0	1
7	SALAMANCA	52,860	273,271	5.17	3	0	0	1	0
8	VILLAGRAN	7,487	58,830	7.86	2	0	0	0	0
9	JUVENTINO ROSAS	6,786	83,060	12.24	1	0	0	0	0
10	CELAYA	93,646	494,304	5.28	0	1	1	0	1
11	APASEO EL ALTO	7,350	68,455	9.31	0	0	0	0	0
12	APASEO EL GRANDE	7,402	92,605	12.51	0	0	1	0	0
		633,614	**3,776,690**	**5.96**	**21**	**3**	**6**	**5**	**10**
					45				

No.	MUNICIPIO	CANTIDAD	HAB. 2015	REL. PERS. X VEHICULO	NORMATIVA EUROPEA				
					ELECTRICO				
					EURO I 1992	EURO II 1996	EURO III 2000	EURO IV 2005	EURO V 2009
1	SAN FRANCISCO DEL RINCO	19,274	119,510	6.2	1	0	1	1	2
2	LEON	288,642	1,578,626	5.47	11	2	4	6	45
3	SILAO	20,611	189,567	9.2	0	0	0	0	0
4	ROMITA	4,969	59,879	12.05	0	0	1	0	0
5	GUANAJUATO	35,871	184,239	5.14	1	0	1	1	5
6	IRAPUATO	88,716	574,344	6.47	2	3	4	0	13
7	SALAMANCA	52,860	273,271	5.17	0	0	0	0	5
8	VILLAGRAN	7,487	58,830	7.86	0	0	0	0	0
9	JUVENTINO ROSAS	6,786	83,060	12.24	0	0	1	0	0
10	CELAYA	93,646	494,304	5.28	0	0	2	5	8
11	APASEO EL ALTO	7,350	68,455	9.31	0	2	2	0	3
12	APASEO EL GRANDE	7,402	92,605	12.51	0	0	0	0	0
		633,614	**3,776,690**	**5.96**	**15**	**7**	**16**	**13**	**81**
					132				

No.	MUNICIPIO	CANTIDAD	HAB. 2015	REL. PERS. X VEHICULO	NORMATIVA EUROPEA				
					DIESEL				
					EURO I 1992	EURO II 1996	EURO III 2000	EURO IV 2005	EURO V 2009
1	SAN FRANCISCO DEL RINCO	14,652	119,510	8.16	345	55	37	91	73
2	LEON	111,486	1,578,626	14.16	2,389	401	746	1,983	2,168
3	SILAO	13,429	189,567	14.12	439	39	50	81	55
4	ROMITA	6,498	59,879	9.21	169	18	28	25	6
5	GUANAJUATO	18,112	184,239	10.17	493	92	71	222	277
6	IRAPUATO	40,061	574,344	14.34	1,166	170	227	760	623
7	SALAMANCA	22,647	273,271	12.07	802	95	123	162	120
8	VILLAGRAN	4,674	58,830	12.59	215	28	34	30	15
9	JUVENTINO ROSAS	7,652	83,060	10.85	334	28	27	23	12
10	CELAYA	42,109	494,304	11.74	1,503	157	409	957	681
11	APASEO EL ALTO	8,940	68,455	7.66	787	54	40	42	24
12	APASEO EL GRANDE	7,462	92,605	12.41	127	23	34	48	15
		297,722	**3,776,690**	**12.69**	**8,769**	**1,160**	**1,826**	**4,424**	**4,069**
					20,248				

No.	MUNICIPIO	CANTIDAD	HAB. 2015	REL. PERS. X VEHICULO	NORMATIVA EUROPEA				
					GAS LP				
					EURO I 1992	EURO II 1996	EURO III 2000	EURO IV 2005	EURO V 2009
1	SAN FRANCISCO DEL RINCO	14,652	119,510	8.16	12	1	5	0	1
2	LEON	111,486	1,578,626	14.16	381	170	243	118	83
3	SILAO	13,429	189,567	14.12	22	5	4	0	41
4	ROMITA	6,498	59,879	9.21	6	3	3	0	0
5	GUANAJUATO	18,112	184,239	10.17	16	10	0	0	0
6	IRAPUATO	40,061	574,344	14.34	146	40	107	25	13
7	SALAMANCA	22,647	273,271	12.07	28	21	31	1	3
8	VILLAGRAN	4,674	58,830	12.59	15	7	7	4	23
9	JUVENTINO ROSAS	7,652	83,060	10.85	12	0	4	0	0
10	CELAYA	42,109	494,304	11.74	123	92	62	1	8
11	APASEO EL ALTO	8,940	68,455	7.66	25	8	3	2	8
12	APASEO EL GRANDE	7,462	92,605	12.41	11	4	1	0	0
		297,722	**3,776,690**	**12.69**	**797**	**361**	**470**	**151**	**180**
					1959				

No.	MUNICIPIO	CANTIDAD	HAB. 2015	REL. PERS. X VEHICULO	NORMATIVA EUROPEA				
					GAS/GASOLINA				
					EURO I 1992	EURO II 1996	EURO III 2000	EURO IV 2005	EURO V 2009
1	SAN FRANCISCO DEL RINCO	14,652	119,510	8.16	8	1	2	0	0
2	LEON	111,486	1,578,626	14.16	150	41	49	16	4
3	SILAO	13,429	189,567	14.12	3	1	2	0	2
4	ROMITA	6,498	59,879	9.21	0	0	2	0	0
5	GUANAJUATO	18,112	184,239	10.17	4	0	5	0	1
6	IRAPUATO	40,061	574,344	14.34	54	7	10	0	0
7	SALAMANCA	22,647	273,271	12.07	24	4	7	0	0
8	VILLAGRAN	4,674	58,830	12.59	5	0	2	3	16
9	JUVENTINO ROSAS	7,652	83,060	10.85	6	0	1	0	0
10	CELAYA	42,109	494,304	11.74	27	10	12	1	0
11	APASEO EL ALTO	8,940	68,455	7.66	4	3	0	0	1
12	APASEO EL GRANDE	7,462	92,605	12.41	4	2	1	0	0
		297,722	**3,776,690**	**12.69**	**289**	**69**	**93**	**20**	**24**
					495				

No.	MUNICIPIO	CANTIDAD	HAB. 2015	REL. PERS. X VEHICULO	NORMATIVA EUROPEA				
					ELECTRICO				
					EURO I 1992	EURO II 1996	EURO III 2000	EURO IV 2005	EURO V 2009
1	SAN FRANCISCO DEL RINCO	14,652	119,510	8.16	0	1	0	0	2
2	LEON	111,486	1,578,626	14.16	8	4	2	1	3
3	SILAO	13,429	189,567	14.12	0	0	0	0	1
4	ROMITA	6,498	59,879	9.21	0	0	0	0	0
5	GUANAJUATO	18,112	184,239	10.17	0	0	0	0	2
6	IRAPUATO	40,061	574,344	14.34	0	1	3	0	3
7	SALAMANCA	22,647	273,271	12.07	0	0	0	0	1
8	VILLAGRAN	4,674	58,830	12.59	0	0	0	0	0
9	JUVENTINO ROSAS	7,652	83,060	10.85	0	0	0	0	0
10	CELAYA	42,109	494,304	11.74	0	1	0	1	0
11	APASEO EL ALTO	8,940	68,455	7.66	0	0	0	0	0
12	APASEO EL GRANDE	7,462	92,605	12.41	1	0	0	0	0
		297,722	**3,776,690**	**12.69**	**9**	**7**	**5**	**2**	**12**
					35				

Anexo 5. Resultados del cálculo de emisiones para vehículos tipo A

TRAMO LEON-SILAO (AUTOMOVIL)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	184.63	32.02	68.65	25.61	31.12
VOC	13.88	2.19	1.54	1.01	1.23
NMVOC	11.68	1.53	1.22	0.69	0.83
CH4	2.18	0.66	0.32	0.32	0.40
NOX	44.59	8.37	4.21	1.57	1.43
NO	42.81	8.03	4.09	1.53	1.39
NO2	1.79	0.33	0.13	0.04	0.04
N2O	1.23	0.24	0.04	0.04	0.04
NH3	9.65	5.45	4.30	3.64	4.41
PM2.5	0.94	0.38	0.52	0.44	0.54
PM10	1.39	0.57	0.81	0.69	0.84
PM (EXHAUST)	0.26	0.10	0.10	0.08	0.10
EC	0.07	0.03	0.01	0.01	0.01
OM	0.16	0.07	0.04	0.04	0.04
FC	5,901.98	2,338.33	3,852.63	3,452.82	4,195.16
CO2	18,328.38	7,261.59	11,964.22	10,722.61	13,027.92
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	1.25	0.51	0.79	0.68	0.83
Cadmio	0.07	0.03	0.04	0.04	0.05
Cobre	8.41	3.44	5.32	4.53	5.51
Cromo	0.47	0.19	0.30	0.26	0.31
Níquel	0.14	0.06	0.10	0.08	0.10
Selenio	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Zinc	18.01	7.20	11.65	10.29	12.50
TOTAL	**24,573.97**	**9,671.34**	**15,921.04**	**14,227.03**	**17,284.82**
	81,678.20				

TRAMO LEON-SILAO (PICK UP)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	236.70	18.39	21.21	10.21	8.37
VOC	9.35	0.28	0.22	0.08	0.07
NMVOC	7.24	0.08	0.14	0.08	0.06
CH4	2.10	0.20	0.08	0.01	0.01
NOX	53.80	2.32	1.95	0.83	0.48
NO	51.64	2.23	1.89	0.81	0.46
NO2	2.15	0.09	0.06	0.02	0.01
N2O	2.25	0.19	0.05	0.01	0.00
NH3	9.30	1.63	1.13	1.00	0.82
PM2.5	1.28	0.16	0.20	0.18	0.15
PM10	1.97	0.25	0.32	0.29	0.23
PM (EXHAUST)	0.25	0.04	0.02	0.02	0.02
EC	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00
OM	0.15	0.02	0.01	0.01	0.01
FC	7,966.33	1,014.69	1,372.69	1,227.41	1,006.54
CO2	24,739.14	3,151.08	4,262.83	3,811.69	3,125.77
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	1.84	0.23	0.32	0.28	0.23
Cadmio	0.09	0.01	0.01	0.01	0.01
Cobre	12.59	1.61	2.17	1.94	1.60
Cromo	0.69	0.09	0.12	0.11	0.08
Níquel	0.20	0.02	0.04	0.04	0.02
Selenio	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	25.17	3.21	4.33	3.88	3.18
TOTAL	**33,124.33**	**4,196.85**	**5,669.79**	**5,058.92**	**4,148.14**
	52,198.03				

TRAMO SILAO-IRAPUATO (PICK UP)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	95.46	7.42	8.55	4.12	3.38
VOC	6.31	0.20	0.15	0.05	0.04
NMVOC	5.16	0.08	0.10	0.05	0.04
CH4	1.15	0.12	0.05	0.00	0.00
NOX	35.55	1.54	1.29	0.55	0.31
NO	34.12	1.47	1.25	0.53	0.30
NO2	1.42	0.07	0.04	0.02	0.01
N2O	1.29	0.11	0.03	0.00	0.00
NH3	6.65	1.05	0.92	0.82	0.67
PM2.5	0.94	0.12	0.15	0.14	0.11
PM10	1.52	0.20	0.25	0.23	0.18
PM (EXHAUST)	0.15	0.02	0.02	0.01	0.01
EC	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
OM	0.10	0.01	0.01	0.01	0.01
FC	5,467.24	696.77	942.06	842.73	690.74
CO2	16,978.32	2,163.77	2,925.53	2,617.08	2,145.07
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	1.56	0.20	0.27	0.24	0.20
Cadmio	0.07	0.01	0.01	0.01	0.01
Cobre	11.12	1.42	1.92	1.71	1.41
Cromo	0.59	0.08	0.10	0.09	0.08
Níquel	0.16	0.02	0.03	0.02	0.02
Selenio	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	18.07	2.29	3.10	2.76	2.27
TOTAL	**22,667.02**	**2,876.94**	**3,885.84**	**3,471.20**	**2,844.88**
	35,745.87				

TRAMO LIBRAMIENTO DE IRAPUATO (AUTOMOVIL)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	34.15	5.95	13.59	5.20	6.31
VOC	2.33	0.37	0.30	0.19	0.23
NMVOC	2.04	0.27	0.25	0.13	0.16
CH4	0.30	0.10	0.05	0.06	0.07
NOX	8.76	1.52	0.70	0.23	0.21
NO	8.41	1.46	0.68	0.23	0.21
NO2	0.35	0.06	0.02	0.01	0.01
N2O	0.11	0.02	0.00	0.00	0.00
NH3	1.57	0.73	0.87	0.74	0.90
PM2.5	0.14	0.06	0.08	0.07	0.08
PM10	0.20	0.08	0.11	0.10	0.12
PM (EXHAUST)	0.04	0.02	0.02	0.01	0.02
EC	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
OM	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
FC	1,065.63	418.53	695.66	620.47	753.81
CO2	3,309.27	1,299.71	2,160.33	1,926.86	2,334.12
SO2	0.00	0.05	0.08	0.07	0.09
Pb	0.13	0.00	0.01	0.01	0.01
Cadmio	0.01	0.30	0.46	0.40	0.48
Cobre	0.73	0.30	0.46	0.40	0.48
Cromo	0.05	0.02	0.03	0.03	0.03
Níquel	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
Selenio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	3.06	1.21	1.98	1.75	2.12
TOTAL	**4,437.34**	**1,730.78**	**2,875.73**	**2,556.96**	**3,099.47**
	14,700.28				

TRAMO LIBRAMIENTO DE IRAPUATO (PICK UP)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	58.40	4.46	5.14	2.47	2.02
VOC	1.50	0.04	0.03	0.01	0.01
NMVOC	1.20	0.02	0.02	0.01	0.01
CH4	0.29	0.03	0.01	0.00	0.00
NOX	10.17	0.43	0.36	0.15	0.09
NO	9.75	0.41	0.35	0.15	0.09
NO2	0.41	0.02	0.01	0.00	0.00
N2O	0.12	0.01	0.00	0.00	0.00
NH3	0.83	0.12	0.21	0.18	0.15
PM2.5	0.20	0.02	0.03	0.02	0.02
PM10	0.28	0.03	0.04	0.04	0.03
PM (EXHAUST)	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
EC	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
OM	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
FC	1,474.93	184.48	249.48	223.09	182.79
CO2	4,580.32	572.92	774.77	692.80	567.63
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.20	0.02	0.03	0.03	0.02
Cadmio	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Cobre	1.12	0.14	0.18	0.17	0.14
Cromo	0.08	0.01	0.01	0.01	0.01
Níquel	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
Selenio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	4.36	0.54	0.74	0.66	0.54
TOTAL	**6,144.28**	**763.73**	**1,031.41**	**919.82**	**753.56**
	9,612.79				

TRAMO IRAPUATO-SALAMANCA (PICK UP)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	48.15	3.74	4.31	2.08	1.70
VOC	1.97	0.07	0.04	0.02	0.01
NMVOC	1.58	0.02	0.03	0.02	0.01
CH4	0.38	0.04	0.02	0.00	0.00
NOX	12.42	0.54	0.44	0.20	0.11
NO	11.92	0.52	0.43	0.18	0.11
NO2	0.50	0.02	0.01	0.01	0.00
N2O	0.18	0.02	0.00	0.00	0.00
NH3	1.22	0.17	0.27	0.25	0.21
PM2.5	0.28	0.03	0.04	0.04	0.03
PM10	0.43	0.05	0.08	0.07	0.05
PM (EXHAUST)	0.05	0.01	0.01	0.00	0.00
EC	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
OM	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
FC	1,848.01	235.50	318.59	284.90	233.57
CO2	5,738.93	731.31	989.37	884.75	725.34
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.40	0.05	0.07	0.07	0.05
Cadmio	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Cobre	2.67	0.34	0.46	0.41	0.34
Cromo	0.15	0.02	0.02	0.02	0.02
Níquel	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01
Selenio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	5.78	0.74	1.00	0.89	0.73
TOTAL	**7,675.15**	**973.22**	**1,315.22**	**1,173.92**	**962.28**
	12,099.78				

TRAMO IRAPUATO-SALAMANCA CUOTA (AUTOMOVIL)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	20.55	3.57	8.36	3.25	3.95
VOC	1.32	0.21	0.19	0.11	0.13
NMVOC	1.16	0.15	0.16	0.08	0.09
CH4	0.17	0.05	0.03	0.03	0.04
NOX	5.34	0.88	0.40	0.13	0.12
NO	5.13	0.84	0.38	0.12	0.11
NO2	0.21	0.03	0.01	0.00	0.00
N2O	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00
NH3	0.89	0.41	0.49	0.42	0.51
PM2.5	0.08	0.03	0.04	0.04	0.05
PM10	0.11	0.04	0.06	0.05	0.07
PM (EXHAUST)	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
EC	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
OM	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
FC	614.26	239.06	400.08	355.55	431.93
CO2	1,907.56	742.38	1,242.45	1,104.15	1,341.33
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.07	0.03	0.04	0.04	0.05
Cadmio	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Cobre	0.37	0.15	0.23	0.20	0.24
Cromo	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02
Níquel	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
Selenio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	1.75	0.69	1.13	0.99	1.21
TOTAL	**2,559.11**	**988.57**	**1,654.10**	**1,465.20**	**1,779.86**
	8,446.85				

TRAMO IRAPUATO-SALAMANCA CUOTA (PICK UP)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	41.19	3.20	3.69	1.78	1.46
VOC	0.86	0.02	0.02	0.01	0.01
NMVOC	0.69	0.01	0.01	0.01	0.01
CH4	0.16	0.01	0.01	0.00	0.00
NOX	5.90	0.26	0.22	0.09	0.05
NO	5.66	0.25	0.21	0.09	0.05
NO2	0.24	0.01	0.01	0.00	0.00
N2O	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00
NH3	0.52	0.08	0.12	0.11	0.09
PM2.5	0.11	0.01	0.02	0.01	0.01
PM10	0.15	0.02	0.02	0.02	0.02
PM (EXHAUST)	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
EC	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
OM	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
FC	849.44	108.18	146.44	130.79	107.49
CO2	2,637.91	335.95	454.78	406.17	333.79
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.10	0.01	0.02	0.01	0.01
Cadmio	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Cobre	0.55	0.07	0.10	0.09	0.07
Cromo	0.03	0.00	0.01	0.01	0.00
Níquel	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Selenio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	2.47	0.31	0.42	0.38	0.31
TOTAL	**3,546.14**	**448.39**	**606.10**	**539.55**	**443.38**
	5,583.56				

TRAMO LIBRAMIENTO DE SALAMANCA (AUTOMOVIL)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	24.78	4.32	9.08	3.34	4.05
VOC	1.94	0.31	0.20	0.14	0.17
NMVOC	1.70	0.23	0.16	0.09	0.11
CH4	0.24	0.08	0.04	0.05	0.06
NOX	5.87	1.17	0.60	0.22	0.20
NO	5.63	1.12	0.58	0.22	0.20
NO2	0.23	0.05	0.02	0.01	0.01
N2O	0.09	0.02	0.00	0.00	0.00
NH3	1.28	0.59	0.71	0.60	0.73
PM2.5	0.13	0.06	0.08	0.07	0.08
PM10	0.21	0.08	0.12	0.10	0.13
PM (EXHAUST)	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
EC	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
OM	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01
FC	839.83	335.17	548.37	492.52	598.52
CO2	2,608.05	1,040.87	1,702.95	1,529.51	1,858.68
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.20	0.08	0.13	0.11	0.13
Cadmio	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
Cobre	1.36	0.56	0.86	0.73	0.89
Cromo	0.07	0.03	0.05	0.04	0.05
Níquel	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
Selenio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	2.60	1.05	1.68	1.49	1.81
TOTAL	**3,494.31**	**1,385.81**	**2,265.66**	**2,029.27**	**2,465.86**
	11,640.91				

TRAMO LIBRAMIENTO DE SALAMANCA (PICK UP)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	22.16	1.72	1.98	0.95	0.78
VOC	1.25	0.04	0.03	0.01	0.01
NMVOC	1.01	0.01	0.02	0.01	0.01
CH4	0.23	0.02	0.01	0.00	0.00
NOX	7.31	0.31	0.26	0.11	0.07
NO	7.01	0.30	0.26	0.11	0.07
NO2	0.29	0.01	0.01	0.00	0.00
N2O	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00
NH3	0.64	0.10	0.16	0.14	0.12
PM2.5	0.18	0.02	0.03	0.02	0.02
PM10	0.29	0.03	0.04	0.04	0.03
PM (EXHAUST)	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
EC	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
OM	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
FC	1,110.02	141.43	191.25	170.90	140.36
CO2	3,447.14	439.22	593.93	530.71	435.89
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.29	0.03	0.05	0.04	0.03
Cadmio	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Cobre	2.04	0.26	0.35	0.31	0.26
Cromo	0.11	0.01	0.02	0.02	0.01
Níquel	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
Selenio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	3.59	0.46	0.62	0.55	0.46
TOTAL	**4,603.75**	**584.00**	**789.04**	**703.93**	**578.11**
	7,258.84				

TRAMO SALAMANCA-CELAYA (AUTOMOVIL)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	117.97	8.43	28.69	9.16	13.43
VOC	8.61	0.56	0.64	0.35	0.52
NMVOC	7.52	0.41	0.52	0.24	0.35
CH4	1.09	0.14	0.12	0.11	0.17
NOX	29.37	2.23	1.65	0.50	0.55
NO	28.19	2.14	1.60	0.48	0.53
NO2	1.17	0.09	0.05	0.01	0.02
N2O	0.40	0.03	0.01	0.00	0.01
NH3	5.77	1.10	2.02	1.46	2.15
PM2.5	0.55	0.09	0.20	0.14	0.21
PM10	0.81	0.13	0.30	0.22	0.32
PM (EXHAUST)	0.15	0.02	0.04	0.03	0.04
EC	0.04	0.01	0.01	0.00	0.01
OM	0.09	0.02	0.02	0.01	0.02
FC	3,844.36	623.30	1,588.23	1,209.44	1,784.87
CO2	11,938.53	1,935.64	4,932.21	3,755.88	5,542.85
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.67	0.11	0.27	0.20	0.29
Cadmio	0.04	0.01	0.02	0.01	0.02
Cobre	4.27	0.71	1.71	1.24	1.83
Cromo	0.25	0.04	0.10	0.07	0.11
Níquel	0.09	0.01	0.03	0.03	0.04
Selenio	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	11.39	1.86	4.66	3.50	5.17
TOTAL	**16,001.32**	**2,577.09**	**6,563.09**	**4,983.09**	**7,353.51**
	37,478.11				

TRAMO SALAMANCA-CELAYA (PICK UP)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	151.90	11.81	13.62	6.55	5.37
VOC	5.36	0.16	0.13	0.05	0.04
NMVOC	4.31	0.05	0.08	0.05	0.04
CH4	1.05	0.11	0.05	0.00	0.00
NOX	34.80	1.51	1.26	0.53	0.30
NO	33.41	1.45	1.23	0.52	0.30
NO2	1.39	0.06	0.03	0.01	0.01
N2O	1.18	0.10	0.02	0.00	0.00
NH3	6.08	0.96	0.85	0.75	0.62
PM2.5	0.75	0.10	0.12	0.11	0.09
PM10	1.14	0.14	0.18	0.16	0.14
PM (EXHAUST)	0.14	0.02	0.01	0.01	0.01
EC	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
OM	0.09	0.01	0.01	0.01	0.00
FC	5,133.00	653.79	884.87	790.58	648.39
CO2	15,940.33	2,030.35	2,747.92	2,455.12	2,013.55
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.98	0.13	0.17	0.15	0.12
Cadmio	0.07	0.01	0.01	0.01	0.01
Cobre	6.38	0.81	1.10	0.99	0.80
Cromo	0.37	0.04	0.07	0.05	0.04
Níquel	0.12	0.01	0.02	0.02	0.01
Selenio	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	15.76	2.00	2.72	2.43	1.99
TOTAL	**21,338.65**	**2,703.64**	**3,654.47**	**3,258.11**	**2,671.84**
	33,626.71				

TRAMO SALAMANCA-CELAYA CUOTA (AUTOMOVIL)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	85.30	14.71	35.93	14.50	17.62
VOC	4.82	0.74	0.78	0.41	0.50
NMVOC	4.23	0.55	0.67	0.30	0.36
CH4	0.60	0.19	0.11	0.12	0.14
NOX	22.03	3.21	1.48	0.43	0.39
NO	21.14	3.08	1.43	0.41	0.38
NO2	0.88	0.13	0.04	0.01	0.01
N2O	0.22	0.04	0.01	0.00	0.00
NH3	3.15	1.46	1.75	1.48	1.80
PM2.5	0.28	0.11	0.16	0.13	0.16
PM10	0.39	0.16	0.23	0.19	0.23
PM (EXHAUST)	0.08	0.03	0.03	0.03	0.03
EC	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
OM	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01
FC	2,284.13	868.85	1,474.28	1,298.27	1,577.34
CO2	7,093.30	2,698.20	4,578.31	4,031.73	4,898.38
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.25	0.10	0.16	0.13	0.16
Cadmio	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02
Cobre	1.31	0.53	0.83	0.70	0.86
Cromo	0.09	0.04	0.06	0.05	0.06
Níquel	0.04	0.02	0.03	0.02	0.03
Selenio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	6.43	2.49	4.13	3.61	4.38
TOTAL	**9,528.76**	**3,594.69**	**6,100.44**	**5,352.57**	**6,502.89**
	31,079.35				

TRAMO SALAMANCA-CELAYA CUOTA (PICK UP)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	222.56	17.28	19.95	9.60	7.87
VOC	3.48	0.11	0.09	0.03	0.02
NMVOC	2.90	0.04	0.05	0.03	0.02
CH4	0.57	0.05	0.03	0.00	0.00
NOX	23.01	1.00	0.84	0.36	0.21
NO	22.09	0.95	0.80	0.35	0.19
NO2	0.92	0.04	0.02	0.01	0.01
N2O	0.82	0.07	0.02	0.00	0.00
NH3	3.64	0.62	0.47	0.41	0.34
PM2.5	0.38	0.04	0.07	0.05	0.04
PM10	0.54	0.07	0.09	0.08	0.06
PM (EXHAUST)	0.08	0.01	0.01	0.01	0.01
EC	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
OM	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00
FC	3,301.33	420.27	569.04	508.24	417.01
CO2	10,252.16	1,305.12	1,767.15	1,578.30	1,295.01
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.37	0.04	0.07	0.05	0.04
Cadmio	0.03	0.00	0.01	0.01	0.00
Cobre	1.95	0.25	0.11	0.30	0.25
Cromo	0.14	0.02	0.02	0.02	0.02
Níquel	0.07	0.01	0.01	0.01	0.01
Selenio	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	9.40	1.19	1.62	1.45	1.19
TOTAL	**13,846.52**	**1,747.20**	**2,360.46**	**2,099.32**	**1,722.32**
	21,775.82				

TRAMO LIBRAMIENTO DE CELAYA (AUTOMOVIL)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	7.09	1.22	2.26	0.80	0.97
VOC	0.63	0.10	0.05	0.04	0.05
NMVOC	0.55	0.08	0.04	0.02	0.03
CH4	0.07	0.02	0.01	0.01	0.02
NOX	1.47	0.32	0.20	0.09	0.08
NO	1.41	0.31	0.19	0.08	0.07
NO2	0.06	0.01	0.01	0.00	0.00
N2O	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00
NH3	0.38	0.18	0.21	0.18	0.22
PM2.5	0.05	0.02	0.03	0.02	0.03
PM10	0.08	0.03	0.05	0.04	0.05
PM (EXHAUST)	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
EC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
OM	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
FC	251.06	100.90	163.15	146.75	178.32
CO2	779.66	313.35	506.64	455.73	553.77
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.09	0.04	0.06	0.05	0.06
Cadmio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cobre	0.68	0.28	0.43	0.37	0.44
Cromo	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02
Níquel	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
Selenio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	0.85	0.34	0.54	0.48	0.58
TOTAL	**1,044.21**	**417.23**	**673.90**	**604.69**	**734.73**
	3,474.76				

TRAMO LIBRAMIENTO DE CELAYA (PICK UP)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	7.08	0.56	0.63	0.30	0.25
VOC	0.68	0.02	0.02	0.01	0.00
NMVOC	0.61	0.01	0.01	0.01	0.00
CH4	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00
NOX	1.98	0.09	0.08	0.03	0.02
NO	1.91	0.09	0.07	0.03	0.02
NO2	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
N2O	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
NH3	0.28	0.04	0.05	0.04	0.04
PM2.5	0.08	0.01	0.01	0.01	0.01
PM10	0.14	0.02	0.02	0.02	0.02
PM (EXHAUST)	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
EC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
OM	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
FC	378.86	48.48	65.48	58.48	47.98
CO2	1,176.54	150.56	203.33	181.60	149.01
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.18	0.02	0.03	0.03	0.02
Cadmio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cobre	1.43	0.19	0.25	0.22	0.19
Cromo	0.08	0.01	0.01	0.01	0.01
Níquel	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Selenio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	1.38	0.17	0.24	0.22	0.17
TOTAL	**1,571.45**	**200.28**	**270.25**	**241.02**	**197.75**
	2,480.74				

TRAMO CELAYA-QUERETARO (AUTOMOVIL)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	98.51	16.88	31.35	11.07	13.45
VOC	8.69	1.38	0.69	0.53	0.64
NMVOC	7.69	1.06	0.51	0.33	0.40
CH4	1.01	0.32	0.18	0.20	0.24
NOX	20.34	4.48	2.75	1.18	1.07
NO	19.53	4.30	2.67	1.14	1.04
NO2	0.81	0.18	0.08	0.04	0.03
N2O	0.36	0.07	0.01	0.01	0.01
NH3	5.31	2.46	2.94	2.49	3.03
PM2.5	0.67	0.27	0.39	0.33	0.41
PM10	1.10	0.45	0.66	0.56	0.68
PM (EXHAUST)	0.14	0.06	0.05	0.05	0.06
EC	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
OM	0.09	0.03	0.02	0.02	0.03
FC	3,485.73	1,401.36	2,262.50	2,037.94	2,476.36
CO2	10,824.82	4,351.87	7,026.11	6,328.75	7,690.24
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	1.27	0.52	0.81	0.69	0.84
Cadmio	0.04	0.02	0.03	0.03	0.03
Cobre	9.44	3.86	5.97	5.08	6.17
Cromo	0.48	0.20	0.31	0.26	0.32
Níquel	0.11	0.05	0.07	0.06	0.08
Selenio	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
Zinc	11.74	4.75	7.55	6.67	8.10
TOTAL	**14,497.93**	**5,794.60**	**9,345.67**	**8,397.44**	**10,203.25**
	48,238.89				

TRAMO CELAYA-QUERETARO (PICK UP)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	66.19	5.14	5.93	2.85	2.34
VOC	7.99	0.25	0.20	1.05	0.07
NMVOC	7.02	0.15	0.14	0.08	0.07
CH4	0.96	0.10	0.04	0.00	0.00
NOX	27.55	1.19	1.00	0.42	0.24
NO	26.45	1.15	0.97	0.41	0.24
NO2	1.11	0.04	0.03	0.01	0.01
N2O	1.68	0.13	0.04	0.00	0.00
NH3	6.63	1.19	0.78	0.69	0.56
PM2.5	1.03	0.13	0.17	0.15	0.12
PM10	1.78	0.23	0.30	0.27	0.22
PM (EXHAUST)	0.13	0.02	0.01	0.01	0.01
EC	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
OM	0.09	0.01	0.01	0.01	0.00
FC	4,946.23	630.22	852.64	761.65	624.60
CO2	15,360.33	1,957.11	2,647.86	2,365.28	1,939.67
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	2.28	0.29	0.39	0.35	0.28
Cadmio	0.07	0.01	0.01	0.01	0.01
Cobre	17.21	2.19	2.97	2.65	2.18
Cromo	0.86	0.11	0.15	0.13	0.11
Níquel	0.18	0.02	0.03	0.03	0.02
Selenio	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	17.83	2.27	3.07	2.74	2.25
TOTAL	**20,493.66**	**2,601.97**	**3,516.75**	**3,138.80**	**2,572.99**
	32,324.17				

TRAMO CELAYA-QUERETARO CUOTA (AUTOMOVIL)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	152.61	26.29	64.27	25.95	31.53
VOC	8.63	1.33	1.39	0.74	0.90
NMVOC	7.56	0.98	1.20	0.53	0.65
CH4	1.07	0.34	0.19	0.21	0.25
NOX	39.40	5.74	2.64	0.76	0.70
NO	37.83	5.51	2.57	0.74	0.67
NO2	1.58	0.23	0.08	0.02	0.02
N2O	0.39	0.08	0.01	0.01	0.01
NH3	5.64	2.62	3.13	2.65	3.22
PM2.5	0.50	0.20	0.28	0.24	0.29
PM10	0.75	0.28	0.40	0.34	0.42
PM (EXHAUST)	0.14	0.06	0.06	0.05	0.06
EC	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01
OM	0.09	0.04	0.03	0.02	0.03
FC	4,086.44	1,553.45	2,637.25	2,323.10	2,822.28
CO2	12,690.30	4,824.17	8,189.90	7,214.31	8,764.47
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.44	0.18	0.28	0.24	0.29
Cadmio	0.05	0.02	0.03	0.03	0.03
Cobre	2.34	0.95	1.48	1.26	1.53
Cromo	0.17	0.07	0.11	0.09	0.11
Níquel	0.08	0.03	0.05	0.04	0.05
Selenio	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
Zinc	11.50	4.45	7.39	6.46	7.84
TOTAL	**17,047.54**	**6,427.03**	**10,912.74**	**9,577.82**	**11,635.37**
	55,600.50				

TRAMO CELAYA-QUERETARO CUOTA (PICK UP)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	398.23	30.96	35.67	17.19	14.09
VOC	6.22	0.20	0.15	0.05	0.04
NMVOC	5.19	0.09	0.10	0.05	0.04
CH4	1.03	0.11	0.05	0.00	0.00
NOX	41.16	1.79	1.48	0.63	0.37
NO	39.52	1.71	1.44	0.62	0.36
NO2	1.65	0.08	0.04	0.02	0.01
N2O	1.84	0.15	0.04	0.01	0.00
NH3	7.16	1.30	0.82	0.74	0.61
PM2.5	0.67	0.09	0.11	0.10	0.08
PM10	0.96	0.12	0.16	0.14	0.12
PM (EXHAUST)	0.14	0.02	0.01	0.01	0.01
EC	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
OM	0.09	0.01	0.01	0.01	0.00
FC	5,906.94	752.89	1,017.64	910.45	746.99
CO2	18,343.79	2,338.09	3,160.24	2,827.36	2,318.04
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.65	0.09	0.11	0.10	0.09
Cadmio	0.07	0.01	0.01	0.01	0.01
Cobre	3.50	0.44	0.61	0.54	0.44
Cromo	0.25	0.03	0.04	0.04	0.03
Níquel	0.11	0.01	0.02	0.02	0.01
Selenio	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	16.82	2.15	2.89	2.59	2.13
TOTAL	**24,776.04**	**3,130.33**	**4,221.66**	**3,760.70**	**3,083.46**
	38,972.19				

Anexo 6. Resultados del cálculo de emisiones contaminantes para vehículos tipo B

TRAMO LEON-SILAO (AUTOBUS)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	1.60	3.07	7.28	2.58	6.54
VOC	0.43	0.68	1.33	0.20	0.17
NMVOC	0.40	0.64	1.24	0.20	0.16
CH4	0.03	0.05	0.09	0.00	0.01
NOX	7.89	18.56	26.36	16.75	14.04
NO	7.02	16.51	22.67	14.40	12.64
NO2	0.87	2.04	3.69	2.35	1.40
N2O	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03
NH3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PM2.5	0.31	0.44	0.73	0.22	0.25
PM10	0.32	0.47	0.80	0.28	0.33
PM (EXHAUST)	0.29	0.40	0.64	0.14	0.15
EC	0.19	0.26	0.45	0.11	0.11
OM	0.07	0.10	0.14	0.07	0.03
FC	254.64	562.06	1,195.79	1,003.79	1,322.42
CO2	802.46	1,771.23	3,768.32	3,163.27	4,167.37
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.01	0.13	0.06	0.05	0.07
Cadmio	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Cobre	0.01	0.84	0.03	0.02	0.03
Cromo	0.01	0.05	0.04	0.03	0.04
Níquel	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Selenio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	0.44	1.31	2.08	1.75	2.30
TOTAL	**1,077.00**	**2,378.87**	**5,031.77**	**4,206.22**	**5,528.10**
	18,221.96				

TRAMO LEON-SILAO (AUTOBUS)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	1.82	3.70	8.84	4.16	9.66
VOC	0.61	0.91	1.85	0.23	0.20
NMVOC	0.50	0.76	1.57	0.22	0.18
CH4	0.11	0.15	0.29	0.01	0.02
NOX	9.51	23.14	36.97	23.23	19.46
NO	8.46	20.60	31.80	19.98	17.51
NO2	1.05	2.55	5.18	3.25	1.95
N2O	0.01	0.02	0.03	0.07	0.27
NH3	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
PM2.5	0.35	0.46	0.90	0.28	0.31
PM10	0.37	0.51	1.01	0.37	0.43
PM (EXHAUST)	0.32	0.41	0.79	0.18	0.03
EC	0.21	0.27	0.55	0.13	0.13
OM	0.08	0.11	0.12	0.03	0.03
FC	284.25	625.13	1,360.08	1,193.62	1,568.54
CO2	895.77	1,969.74	4,286.04	3,761.49	4,942.96
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.02	0.03	0.07	0.34	0.08
Cadmio	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Cobre	0.01	0.01	0.03	2.26	0.33
Cromo	0.01	0.02	0.04	0.14	0.05
Níquel	0.00	0.01	0.01	0.03	0.01
Selenio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	0.49	1.09	2.36	2.88	2.73
TOTAL	**1,203.94**	**2,649.62**	**5,738.55**	**5,012.93**	**6,564.90**
	21,169.93				

TRAMO LEON-SILAO (AUTOBUS)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	0.29	0.56	1.35	0.46	1.16
VOC	0.08	0.13	0.25	0.04	0.03
NMVOC	0.08	0.12	0.25	0.04	0.03
CH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NOX	1.45	3.38	4.75	3.03	2.57
NO	1.29	3.01	4.09	2.61	2.31
NO2	0.16	0.37	0.67	0.42	0.26
N2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NH3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PM2.5	0.06	0.08	0.13	0.04	0.04
PM10	0.06	0.08	0.14	0.04	0.05
PM (EXHAUST)	0.05	0.07	0.12	0.03	0.03
EC	0.03	0.05	0.08	0.02	0.02
OM	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01
FC	47.09	103.17	220.21	182.51	241.14
CO2	148.41	325.14	693.95	575.13	759.89
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04
Cadmio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cobre	0.04	0.08	0.16	0.14	0.19
Cromo	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02
Níquel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Selenio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	0.10	0.23	0.48	0.40	0.05
TOTAL	**199.21**	**436.51**	**926.68**	**764.95**	**1,007.83**
	3,335.18				

TRAMO LEON-SILAO (AUTOBUS)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	0.19	0.37	0.89	0.30	0.76
VOC	0.05	0.08	0.16	0.03	0.02
NMVOC	0.05	0.08	0.16	0.03	0.02
CH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NOX	0.95	2.22	3.12	1.99	1.68
NO	0.85	1.98	2.68	1.71	1.58
NO2	0.11	0.24	0.44	0.28	0.17
N2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NH3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PM2.5	0.04	0.05	0.09	0.03	0.03
PM10	0.04	0.06	0.10	0.03	0.04
PM (EXHAUST)	0.04	0.05	0.08	0.02	0.02
EC	0.02	0.03	0.05	0.01	0.01
OM	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00
FC	31.02	67.84	144.48	119.63	158.03
CO2	97.76	213.79	455.29	376.98	497.99
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04
Cadmio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cobre	0.04	0.09	0.19	0.17	0.23
Cromo	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02
Níquel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Selenio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	0.07	0.16	0.33	0.28	0.37
TOTAL	**131.25**	**287.09**	**608.11**	**501.51**	**661.00**
	2,188.95				

TRAMO LEON-SILAO (AUTOBUS)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	0.39	0.76	1.83	0.63	1.57
VOC	0.11	0.17	0.33	0.05	0.04
NMVOC	0.11	0.17	0.33	0.05	0.04
CH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NOX	1.97	4.60	6.42	4.11	3.47
NO	1.75	4.09	5.52	3.53	3.12
NO2	0.22	0.51	0.90	0.58	0.35
N2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NH3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PM2.5	0.08	0.11	0.18	0.05	0.05
PM10	0.08	0.11	0.19	0.06	0.07
PM (EXHAUST)	0.07	0.10	0.16	0.04	0.04
EC	0.05	0.07	0.11	0.03	0.03
OM	0.02	0.03	0.03	0.01	0.01
FC	63.87	140.27	297.56	247.41	325.82
CO2	201.27	442.03	937.72	779.66	1,026.75
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.01	0.02	0.04	0.03	0.04
Cadmio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cobre	0.04	0.09	0.19	0.16	0.22
Cromo	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02
Níquel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Selenio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	0.14	0.31	0.64	0.54	0.71
TOTAL	**270.17**	**593.43**	**1,252.16**	**1,036.94**	**1,362.35**
	4,515.05				

TRAMO LEON-SILAO (AUTOBUS)					
SUSTANCIA	**EURO 1 (TON/AÑO)**	**EURO 2 (TON/AÑO)**	**EURO 3 (TON/AÑO)**	**EURO 4 (TON/AÑO)**	**EURO 5 (TON/AÑO)**
CO	0.68	1.31	3.13	1.09	2.76
VOC	0.18	0.29	0.57	0.09	0.07
NMVOC	0.18	0.29	0.57	0.09	0.07
CH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NOX	3.37	7.30	11.20	7.13	6.08
NO	3.00	7.05	9.64	6.13	5.48
NO2	0.37	0.87	1.57	1.00	0.61
N2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NH3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PM2.5	0.13	0.19	0.31	0.09	0.11
PM10	0.14	0.21	0.35	0.13	0.15
PM (EXHAUST)	0.12	0.17	0.27	0.06	0.07
EC	0.08	0.11	0.19	0.05	0.05
OM	0.03	0.04	0.06	0.01	0.01
FC	108.94	240.47	511.76	438.83	578.43
CO2	343.32	757.80	1,612.71	1,382.90	1,822.80
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.03	0.06	0.13	0.11	0.15
Cadmio	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Cobre	0.19	0.42	0.85	0.75	1.01
Cromo	0.01	0.03	0.05	0.05	0.06
Níquel	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Selenio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	0.26	0.57	1.20	1.04	1.38
TOTAL	**461.05**	**1,017.19**	**2,154.58**	**1,839.56**	**2,419.31**
	7,891.68				

TRAMO LEON-SILAO (AUTOBUS)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	1.25	2.42	5.84	2.00	5.02
VOC	0.34	0.54	1.06	0.16	0.13
NMVOC	0.34	0.54	1.06	0.16	0.13
CH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NOX	6.23	14.61	20.51	13.10	11.09
NO	5.54	13.00	17.66	11.27	9.98
NO2	0.69	1.61	2.87	1.83	1.11
N2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NH3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PM2.5	0.24	0.35	0.57	0.17	0.19
PM10	0.25	0.37	0.62	0.21	0.24
PM (EXHAUST)	0.23	0.32	0.51	0.11	0.11
EC	0.15	0.21	0.36	0.08	0.09
OM	0.06	0.08	0.11	0.02	0.02
FC	202.34	445.98	951.42	789.79	1,041.57
CO2	637.65	1,405.44	2,998.23	2,485.72	3,282.33
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.04	0.09	0.18	0.16	0.21
Cadmio	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Cobre	0.24	0.54	1.10	0.96	1.29
Cromo	0.02	0.04	0.08	0.07	0.09
Níquel	0.00	0.01	0.16	0.01	0.02
Selenio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	0.46	1.01	2.14	1.79	2.38
TOTAL	**856.07**	**1,887.17**	**4,004.47**	**3,307.61**	**4,356.02**
	14,411.33				

TRAMO LEON-SILAO (AUTOBUS)					
SUSTANCIA	**EURO 1 (TON/AÑO)**	**EURO 2 (TON/AÑO)**	**EURO 3 (TON/AÑO)**	**EURO 4 (TON/AÑO)**	**EURO 5 (TON/AÑO)**
CO	1.60	3.11	7.45	2.55	6.42
VOC	0.44	0.69	1.35	0.21	0.17
NMVOC	0.44	0.69	1.35	0.21	0.17
CH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NOX	7.99	18.72	26.21	16.75	14.18
NO	7.11	16.66	22.54	14.41	12.76
NO2	0.88	2.06	3.67	2.35	1.42
N2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NH3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PM2.5	0.31	0.44	0.72	0.20	0.22
PM10	0.32	0.46	0.76	0.24	0.27
PM (EXHAUST)	0.29	0.41	0.65	0.14	0.15
EC	0.19	0.27	0.46	0.11	0.11
OM	0.08	0.11	0.14	0.03	0.03
FC	259.68	571.44	1,214.54	1,008.52	1,331.60
CO2	818.35	1,800.80	3,827.40	3,178.16	4,196.31
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.04	0.08	0.16	0.14	0.18
Cadmio	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Cobre	0.17	0.37	0.76	0.07	0.90
Cromo	0.02	0.03	0.07	0.06	0.08
Níquel	0.00	0.01	0.02	0.01	0.02
Selenio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	0.56	1.24	2.62	2.20	2.91
TOTAL	**1,098.46**	**2,417.60**	**5,110.85**	**4,226.34**	**5,567.90**
	18,421.15				

TRAMO LEON-SILAO (AUTOBUS)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	0.25	0.43	0.95	0.41	1.07
VOC	0.07	0.10	0.18	0.03	0.02
NMVOC	0.07	0.10	0.18	0.03	0.02
CH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NOX	1.15	2.63	4.03	2.47	2.03
NO	1.02	2.34	3.46	2.12	1.82
NO2	0.13	0.29	0.56	0.35	0.20
N2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NH3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PM2.5	0.04	0.06	0.11	0.04	0.05
PM10	0.05	0.07	0.13	0.05	0.07
PM (EXHAUST)	0.04	0.05	0.09	0.02	0.02
EC	0.03	0.03	0.06	0.02	0.02
OM	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00
FC	35.66	76.19	162.20	142.01	187.31
CO2	112.38	240.10	511.15	447.53	590.28
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.02	0.04	0.08	0.07	0.09
Cadmio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cobre	0.13	0.28	0.58	0.50	0.68
Cromo	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04
Níquel	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Selenio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	0.10	0.21	0.44	0.39	0.51
TOTAL	**151.14**	**322.94**	**684.26**	**596.05**	**784.25**
	2,538.65				

TRAMO LEON-SILAO (AUTOBUS)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	0.96	1.78	4.06	1.58	4.06
VOC	0.25	0.39	0.75	0.11	0.09
NMVOC	0.25	0.39	0.75	0.11	0.09
CH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NOX	4.64	10.81	15.90	10.00	8.16
NO	4.13	9.62	13.68	8.60	7.35
NO2	0.51	1.19	2.23	1.40	0.82
N2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NH3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PM2.5	0.18	0.25	0.44	0.14	0.18
PM10	0.19	0.29	0.51	0.20	0.26
PM (EXHAUST)	0.16	0.22	0.37	0.08	0.10
EC	0.10	0.14	0.26	0.06	0.08
OM	0.04	0.06	0.08	0.02	0.02
FC	146.40	320.32	682.28	618.26	809.22
CO2	461.36	1,009.44	2,150.09	1,948.34	2,550.12
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.06	0.13	0.26	0.23	0.30
Cadmio	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Cobre	0.41	0.90	1.84	1.61	2.17
Cromo	0.02	0.05	0.10	0.09	0.02
Níquel	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02
Selenio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	0.38	0.83	1.74	1.56	2.06
TOTAL	**620.06**	**1,356.82**	**2,875.36**	**2,592.43**	**3,385.12**
	10,829.80				

TRAMO LEON-SILAO (AUTOBUS)					
SUSTANCIA	EURO 1 (TON/AÑO)	EURO 2 (TON/AÑO)	EURO 3 (TON/AÑO)	EURO 4 (TON/AÑO)	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	1.35	2.63	6.30	2.16	5.42
VOC	0.37	0.59	1.14	0.18	0.14
NMVOC	0.37	0.59	1.14	0.18	0.14
CH4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NOX	6.75	15.86	22.15	14.16	11.96
NO	6.00	14.11	19.05	12.18	10.77
NO2	0.74	1.74	3.10	1.98	1.20
N2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NH3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PM2.5	0.26	0.37	0.61	0.17	0.19
PM10	0.27	0.39	0.64	0.20	0.23
PM (EXHAUST)	0.25	0.35	0.55	0.12	0.12
EC	0.16	0.23	0.38	0.09	0.09
OM	0.06	0.09	0.11	0.02	0.02
FC	219.26	484.07	1,026.56	852.71	1,123.79
CO2	690.95	1,525.45	3,235.04	2,687.17	3,591.44
SO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	0.03	0.07	0.13	0.12	0.15
Cadmio	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Cobre	0.14	0.32	0.64	0.56	0.76
Cromo	0.01	0.03	0.06	0.05	0.07
Níquel	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02
Selenio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zinc	0.48	1.05	2.21	1.86	2.46
TOTAL	**927.49**	**2,047.93**	**4,319.85**	**3,573.92**	**4,748.98**
	15,618.17				

Anexo 7. Resultados del cálculo de emisiones contaminantes para ferrocarril

TRAMO LEON-SILAO	
SUSTANCIA	EURO 5 (TON/AÑO)
CO	7.22
VOC	0.19
NMVOC	0.19
CH4	0.00
NOX	15.94
NO	14.35
NO2	1.59
N2O	0.00
NH3	0.00
PM2.5	0.26
PM10	0.34
PM (EXHAUST)	0.16
EC	0.12
OM	0.03
FC	1,497.62
CO2	4,719.48
SO2	0.00
Pb	0.27
Cadmio	0.01
Cobre	1.58
Cromo	0.12
Níquel	0.03
Selenio	0.00
Zinc	3.37
TOTAL	**6,262.87**

TRAMO SILAO-IRAPUATO	
SUSTANCIA	**EURO 5 (TON/AÑO)**
CO	7.46
VOC	0.20
NMVOC	0.20
CH4	0.00
NOX	16.47
NO	14.83
NO2	1.65
N2O	0.00
NH3	0.00
PM2.5	0.27
PM10	0.35
PM (EXHAUST)	0.17
EC	0.13
OM	0.03
FC	1,547.54
CO2	4,876.79
SO2	0.00
Pb	0.28
Cadmio	0.01
Cobre	1.63
Cromo	0.12
Níquel	0.03
Selenio	0.00
Zinc	3.48
TOTAL	**6,471.63**

LIBRAMIENTO DE IRAPUATO	
SUSTANCIA	**EURO 5 (TON/AÑO)**
CO	2.65
VOC	0.07
NMVOC	0.07
CH4	0.00
NOX	5.85
NO	5.26
NO2	0.59
N2O	0.00
NH3	0.00
PM2.5	0.10
PM10	0.12
PM (EXHAUST)	0.06
EC	0.05
OM	0.01
FC	549.13
CO2	1,730.48
SO2	0.00
Pb	0.10
Cadmio	0.01
Cobre	0.58
Cromo	0.04
Níquel	0.01
Selenio	0.00
Zinc	1.24
TOTAL	**2,296.38**

IRAPUATO-SALAMANCA	
SUSTANCIA	**EURO 5 (TON/AÑO)**
CO	3.13
VOC	0.08
NMVOC	0.08
CH4	0.00
NOX	6.91
NO	6.22
NO2	0.69
N2O	0.00
NH3	0.00
PM2.5	0.11
PM10	0.15
PM (EXHAUST)	0.07
EC	0.05
OM	0.01
FC	648.97
CO2	2,045.11
SO2	0.00
Pb	0.12
Cadmio	0.01
Cobre	0.68
Cromo	0.05
Níquel	0.01
Selenio	0.00
Zinc	1.46
TOTAL	**2,713.91**

LIBRAMIENTO DE SALAMANCA	
SUSTANCIA	**EURO 5 (TON/AÑO)**
CO	2.65
VOC	0.07
NMVOC	0.07
CH4	0.00
NOX	5.85
NO	5.26
NO2	0.59
N2O	0.00
NH3	0.00
PM2.5	0.10
PM10	0.12
PM (EXHAUST)	0.06
EC	0.05
OM	0.01
FC	549.13
CO2	1,730.48
SO2	0.00
Pb	0.10
Cadmio	0.01
Cobre	0.58
Cromo	0.04
Níquel	0.01
Selenio	0.00
Zinc	1.24
TOTAL	**2,296.38**

SALAMANCA-CELAYA	
SUSTANCIA	**EURO 5 (TON/AÑO)**
CO	7.46
VOC	0.20
NMVOC	0.20
CH4	0.00
NOX	16.47
NO	14.83
NO2	1.65
N2O	0.00
NH3	0.00
PM2.5	0.27
PM10	0.35
PM (EXHAUST)	0.17
EC	0.13
OM	0.03
FC	1,547.54
CO2	4,876.79
SO2	0.00
Pb	0.28
Cadmio	0.01
Cobre	1.63
Cromo	0.12
Níquel	0.03
Selenio	0.00
Zinc	3.48
TOTAL	**6,471.63**

CELAYA-QUERETARO	
SUSTANCIA	**EURO 5 (TON/AÑO)**
CO	10.59
VOC	0.28
NMVOC	0.28
CH4	0.00
NOX	23.38
NO	21.04
NO2	2.34
N2O	0.00
NH3	0.00
PM2.5	0.38
PM10	0.49
PM (EXHAUST)	0.24
EC	0.18
OM	0.05
FC	2,196.51
CO2	6,921.90
SO2	0.00
Pb	0.40
Cadmio	0.02
Cobre	2.31
Cromo	0.17
Níquel	0.04
Selenio	0.00
Zinc	4.94
TOTAL	**9,185.54**

Anexo 8. Reducción de emisiones en el horizonte del proyecto y cálculo de probables pasajeros atraídos por el tren de pasajeros

TRAMO LEON - SILAO

No.	AÑO	TDPA	% A	% B	EMISIONES A	EMISIONES B	REDUCIR 5%		$5/TON (USD)
1	2014	64,960	81.7	3.1	133,876.23	18,221.96	6,693.81	911.10	38,024.55
2	2015	67,219	81.7	3.1	138,531.81	18,855.63	6,926.59	942.78	39,346.85
3	2016	69,557	81.7	3.1	143,350.20	19,511.47	7,167.51	975.57	40,715.40
4	2017	71,976	81.7	3.1	148,335.52	20,190.02	7,416.78	1,009.50	42,131.40
5	2018	74,479	81.7	3.1	153,493.96	20,892.14	7,674.70	1,044.61	43,596.55
6	2019	77,069	81.7	3.1	158,831.70	21,618.66	7,941.58	1,080.93	45,112.55
7	2020	79,749	81.7	3.1	164,354.92	22,370.43	8,217.75	1,118.52	46,681.35
8	2021	82,522	81.7	3.1	170,069.80	23,148.28	8,503.49	1,157.41	48,304.50
9	2022	85,392	81.7	3.1	175,984.59	23,953.35	8,799.23	1,197.67	49,984.50
10	2023	88,362	81.7	3.1	182,105.47	24,786.47	9,105.27	1,239.32	51,722.95
11	2024	91,435	81.7	3.1	188,438.63	25,648.47	9,421.93	1,282.42	53,521.75
12	2025	94,615	81.7	3.1	194,992.30	26,540.50	9,749.61	1,327.02	55,383.15
13	2026	97,905	81.7	3.1	201,772.66	27,463.38	10,088.63	1,373.17	57,309.00
14	2027	101,310	81.7	3.1	208,790.04	28,418.52	10,439.50	1,420.93	59,302.15
15	2028	104,833	81.7	3.1	216,050.60	29,406.75	10,802.53	1,470.34	61,364.35
16	2029	108,479	81.7	3.1	223,564.65	30,429.50	11,178.23	1,521.47	63,498.50
17	2030	112,252	81.7	3.1	231,340.43	31,487.86	11,567.02	1,574.39	65,707.05
18	2031	116,156	81.7	3.1	239,386.20	32,582.97	11,969.31	1,629.15	67,992.30
19	2032	120,196	81.7	3.1	247,712.24	33,716.24	12,385.61	1,685.81	70,357.10
20	2033	124,376	81.7	3.1	256,326.82	34,888.77	12,816.34	1,744.44	72,803.90
21	2034	128,701	81.7	3.1	265,240.22	36,101.98	13,262.01	1,805.10	75,335.55
22	2035	133,177	81.7	3.1	274,464.82	37,357.54	13,723.24	1,867.88	77,955.60
23	2036	137,808	81.7	3.1	284,008.86	38,656.59	14,200.44	1,932.83	80,666.35
24	2037	142,600	81.7	3.1	293,884.70	40,000.79	14,694.24	2,000.04	83,471.40
25	2038	147,559	81.7	3.1	304,104.72	41,391.84	15,205.24	2,069.59	86,374.15
26	2039	152,691	81.7	3.1	314,681.27	42,831.42	15,734.06	2,141.57	89,378.15
27	2040	158,000	81.7	3.1	325,622.60	44,320.65	16,281.13	2,216.03	92,485.80
									1,658,526.85

TRAMO LEON - SILAO

ESCENARIO 2 (3 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	159,217	44,303	203,520	10,176	20,352	40,704	61,056
2	2015	164,754	45,843	210,597	10,530	21,060	42,119	63,179
3	2016	170,484	47,438	217,922	10,896	21,792	43,584	65,377
4	2017	176,413	49,088	225,501	11,275	22,550	45,100	67,650
5	2018	182,548	50,795	233,343	11,667	23,334	46,669	70,003
6	2019	188,896	52,561	241,457	12,073	24,146	48,291	72,437
7	2020	195,465	54,389	249,854	12,493	24,985	49,971	74,956
8	2021	202,261	56,280	258,541	12,927	25,854	51,708	77,562
9	2022	209,296	58,237	267,533	13,377	26,753	53,507	80,260
10	2023	216,575	60,263	276,838	13,842	27,684	55,368	83,051
11	2024	224,107	62,359	286,466	14,323	28,647	57,293	85,940
12	2025	231,901	64,527	296,428	14,821	29,643	59,286	88,928
13	2026	239,965	66,771	306,736	15,337	30,674	61,347	92,021
14	2027	248,311	69,093	317,404	15,870	31,740	63,481	95,221
15	2028	256,946	71,496	328,442	16,422	32,844	65,688	98,533
16	2029	265,882	73,983	339,865	16,993	33,987	67,973	101,960
17	2030	275,130	76,556	351,686	17,584	35,169	70,337	105,506
18	2031	284,698	79,218	363,916	18,196	36,392	72,783	109,175
19	2032	294,600	81,974	376,574	18,829	37,657	75,315	112,972
20	2033	304,846	84,824	389,670	19,484	38,967	77,934	116,901
21	2034	315,446	87,774	403,220	20,161	40,322	80,644	120,966
22	2035	326,417	90,827	417,244	20,862	41,724	83,449	125,173
23	2036	337,767	93,985	431,752	21,588	43,175	86,350	129,526
24	2037	349,513	97,253	446,766	22,338	44,677	89,353	134,030
25	2038	361,667	100,635	462,302	23,115	46,230	92,460	138,691
26	2039	374,246	104,135	478,381	23,919	47,838	95,676	143,514
27	2040	387,258	107,756	495,014	24,751	49,501	99,003	148,504

TRAMO SILAO - IRAPUATO

No.	AÑO	TDPA	% A	% B	EMISIONES A	EMISIONES B	REDUCIR 5%		$5/TON
1	2014	47,023	76.3	4.3	93,130.39	21,169.93	4,656.52	1,058.50	28,575.10
2	2015	48,408	76.3	4.3	95,873.42	21,793.46	4,793.67	1,089.67	29,416.70
3	2016	49,833	76.3	4.3	98,695.68	22,435.00	4,934.78	1,121.75	30,282.65
4	2017	51,300	76.3	4.3	101,601.11	23,095.45	5,080.06	1,154.77	31,174.15
5	2018	52,811	76.3	4.3	104,593.69	23,775.71	5,229.68	1,188.79	32,092.35
6	2019	54,366	76.3	4.3	107,673.41	24,475.78	5,383.67	1,223.79	33,037.30
7	2020	55,967	76.3	4.3	110,844.24	25,196.55	5,542.21	1,259.83	34,010.20
8	2021	57,615	76.3	4.3	114,108.15	25,938.49	5,705.41	1,296.92	35,011.65
9	2022	59,312	76.3	4.3	117,469.10	26,702.48	5,873.46	1,335.12	36,042.90
10	2023	61,058	76.3	4.3	120,927.11	27,488.54	6,046.36	1,374.43	37,103.95
11	2024	62,856	76.3	4.3	124,488.10	28,298.01	6,224.40	1,414.90	38,196.50
12	2025	64,707	76.3	4.3	128,154.06	29,131.33	6,407.70	1,456.57	39,321.35
13	2026	66,612	76.3	4.3	131,926.96	29,988.97	6,596.35	1,499.45	40,479.00
14	2027	68,573	76.3	4.3	135,810.78	30,871.82	6,790.54	1,543.59	41,670.65
15	2028	70,592	76.3	4.3	139,809.47	31,780.78	6,990.47	1,589.04	42,897.55
16	2029	72,671	76.3	4.3	143,926.98	32,716.76	7,196.35	1,635.84	44,160.95
17	2030	74,811	76.3	4.3	148,165.32	33,680.19	7,408.27	1,684.01	45,461.40
18	2031	77,014	76.3	4.3	152,528.42	34,671.99	7,626.42	1,733.60	46,800.10
19	2032	79,282	76.3	4.3	157,020.26	35,693.05	7,851.01	1,784.65	48,178.30
20	2033	81,617	76.3	4.3	161,644.79	36,744.28	8,082.24	1,837.21	49,597.25
21	2034	84,020	76.3	4.3	166,404.00	37,826.12	8,320.20	1,891.31	51,057.55
22	2035	86,494	76.3	4.3	171,303.83	38,939.92	8,565.19	1,947.00	52,560.95
23	2036	89,041	76.3	4.3	176,348.24	40,086.59	8,817.41	2,004.33	54,108.70
24	2037	91,663	76.3	4.3	181,541.18	41,267.02	9,077.06	2,063.35	55,702.05
25	2038	94,362	76.3	4.3	186,886.63	42,482.12	9,344.33	2,124.11	57,342.20
26	2039	97,141	76.3	4.3	192,390.52	43,733.24	9,619.53	2,186.66	59,030.95
27	2040	100,000	76.3	4.3	198,052.85	45,020.37	9,902.64	2,251.02	60,768.30
									1,154,080.70

TRAMO SILAO - IRAPUATO

No.	AÑO	REDUCIR 10%		$5/TON	REDUCIR 20%		$5/TON	REDUCIR 30%		$5/TON
1	2014	9,313.04	2,116.99	57,150.15	18,626.08	4,233.99	114,300.35	27,939.12	6,350.98	171,450.50
2	2015	9,587.34	2,179.35	58,833.45	19,174.68	4,358.69	117,666.85	28,762.03	6,538.04	176,500.35
3	2016	9,869.57	2,243.50	60,565.35	19,739.14	4,487.00	121,130.70	29,608.70	6,730.50	181,696.00
4	2017	10,160.11	2,309.55	62,348.30	20,320.22	4,619.09	124,696.55	30,480.33	6,928.64	187,044.85
5	2018	10,459.37	2,377.57	64,184.70	20,918.74	4,755.14	128,369.40	31,378.11	7,132.71	192,554.10
6	2019	10,767.34	2,447.58	66,074.60	21,534.68	4,895.16	132,149.20	32,302.02	7,342.73	198,223.75
7	2020	11,084.42	2,519.66	68,020.40	22,168.85	5,039.31	136,040.80	33,253.27	7,558.97	204,061.20
8	2021	11,410.81	2,593.85	70,023.30	22,821.63	5,187.70	140,046.65	34,232.44	7,781.55	210,069.95
9	2022	11,746.91	2,670.25	72,085.80	23,493.82	5,340.50	144,171.60	35,240.73	8,010.75	216,257.40
10	2023	12,092.71	2,748.85	74,207.80	24,185.42	5,497.71	148,415.65	36,278.13	8,246.56	222,623.45
11	2024	12,448.81	2,829.80	76,393.05	24,897.62	5,659.60	152,786.10	37,346.43	8,489.40	229,179.15
12	2025	12,815.41	2,913.13	78,642.70	25,630.81	5,826.27	157,285.40	38,446.22	8,739.40	235,928.10
13	2026	13,192.70	2,998.90	80,958.00	26,385.39	5,997.79	161,915.90	39,578.09	8,996.69	242,873.90
14	2027	13,581.08	3,087.18	83,341.30	27,162.16	6,174.36	166,682.60	40,743.23	9,261.55	250,023.90
15	2028	13,980.95	3,178.08	85,795.15	27,961.89	6,356.16	171,590.25	41,942.84	9,534.23	257,385.35
16	2029	14,392.70	3,271.68	88,321.90	28,785.40	6,543.35	176,643.75	43,178.10	9,815.03	264,965.65
17	2030	14,816.53	3,368.02	90,922.75	29,633.06	6,736.04	181,845.50	44,449.59	10,104.06	272,768.25
18	2031	15,252.84	3,467.20	93,600.20	30,505.68	6,934.40	187,200.40	45,758.53	10,401.60	280,800.65
19	2032	15,702.03	3,569.31	96,356.70	31,404.05	7,138.61	192,713.30	47,106.08	10,707.92	289,070.00
20	2033	16,164.48	3,674.43	99,194.55	32,328.96	7,348.86	198,389.10	48,493.44	11,023.28	297,583.60
21	2034	16,640.40	3,782.61	102,115.05	33,280.80	7,565.22	204,230.10	49,921.20	11,347.84	306,345.20
22	2035	17,130.38	3,893.99	105,121.85	34,260.77	7,787.98	210,243.75	51,391.15	11,681.98	315,365.65
23	2036	17,634.82	4,008.66	108,217.40	35,269.65	8,017.32	216,434.85	52,904.47	12,025.98	324,652.25
24	2037	18,154.12	4,126.70	111,404.10	36,308.24	8,253.40	222,808.20	54,462.35	12,380.11	334,212.30
25	2038	18,688.66	4,248.21	114,684.35	37,377.33	8,496.42	229,368.75	56,065.99	12,744.64	344,053.15
26	2039	19,239.05	4,373.32	118,061.85	38,478.10	8,746.65	236,123.75	57,717.15	13,119.97	354,185.60
27	2040	19,805.28	4,502.04	121,536.60	39,610.57	9,004.07	243,073.20	59,415.85	13,506.11	364,609.80
				2,308,161.35			**4,616,322.65**			**6,924,484.05**

TRAMO SILAO - IRAPUATO

ESCENARIO 1 (1 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	35,879	44,484	80,363	4,018	8,036	16,073	24,109
2	2015	36,935	45,794	82,729	4,136	8,273	16,546	24,819
3	2016	38,023	47,142	85,165	4,258	8,517	17,033	25,550
4	2017	39,142	48,530	87,672	4,384	8,767	17,534	26,302
5	2018	40,295	49,959	90,254	4,513	9,025	18,051	27,076
6	2019	41,481	51,430	92,911	4,646	9,291	18,582	27,873
7	2020	42,703	52,945	95,648	4,782	9,565	19,130	28,694
8	2021	43,960	54,504	98,464	4,923	9,846	19,693	29,539
9	2022	45,255	56,109	101,364	5,068	10,136	20,273	30,409
10	2023	46,587	57,761	104,348	5,217	10,435	20,870	31,304
11	2024	47,959	59,462	107,421	5,371	10,742	21,484	32,226
12	2025	49,371	61,213	110,584	5,529	11,058	22,117	33,175
13	2026	50,825	63,015	113,840	5,692	11,384	22,768	34,152
14	2027	52,321	64,870	117,191	5,860	11,719	23,438	35,157
15	2028	53,862	66,780	120,642	6,032	12,064	24,128	36,193
16	2029	55,448	68,747	124,195	6,210	12,420	24,839	37,259
17	2030	57,081	70,771	127,852	6,393	12,785	25,570	38,356
18	2031	58,762	72,855	131,617	6,581	13,162	26,323	39,485
19	2032	60,492	75,001	135,493	6,775	13,549	27,099	40,648
20	2033	62,274	77,210	139,484	6,974	13,948	27,897	41,845
21	2034	64,107	79,483	143,590	7,180	14,359	28,718	43,077
22	2035	65,995	81,823	147,818	7,391	14,782	29,564	44,345
23	2036	67,938	84,233	152,171	7,609	15,217	30,434	45,651
24	2037	69,939	86,713	156,652	7,833	15,665	31,330	46,996
25	2038	71,998	89,266	161,264	8,063	16,126	32,253	48,379
26	2039	74,119	91,895	166,014	8,301	16,601	33,203	49,804
27	2040	76,300	94,600	170,900	8,545	17,090	34,180	51,270

TRAMO SILAO - IRAPUATO

ESCENARIO 2 (3 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	107,636	44,484	152,120	7,606	15,212	30,424	45,636
2	2015	110,806	45,794	156,600	7,830	15,660	31,320	46,980
3	2016	114,068	47,142	161,210	8,061	16,121	32,242	48,363
4	2017	117,426	48,530	165,956	8,298	16,596	33,191	49,787
5	2018	120,884	49,959	170,843	8,542	17,084	34,169	51,253
6	2019	124,444	51,430	175,874	8,794	17,587	35,175	52,762
7	2020	128,108	52,945	181,053	9,053	18,105	36,211	54,316
8	2021	131,881	54,504	186,385	9,319	18,639	37,277	55,916
9	2022	135,765	56,109	191,874	9,594	19,187	38,375	57,562
10	2023	139,762	57,761	197,523	9,876	19,752	39,505	59,257
11	2024	143,877	59,462	203,339	10,167	20,334	40,668	61,002
12	2025	148,114	61,213	209,327	10,466	20,933	41,865	62,798
13	2026	152,475	63,015	215,490	10,775	21,549	43,098	64,647
14	2027	156,964	64,870	221,834	11,092	22,183	44,367	66,550
15	2028	161,585	66,780	228,365	11,418	22,837	45,673	68,510
16	2029	166,344	68,747	235,091	11,755	23,509	47,018	70,527
17	2030	171,242	70,771	242,013	12,101	24,201	48,403	72,604
18	2031	176,285	72,855	249,140	12,457	24,914	49,828	74,742
19	2032	181,476	75,001	256,477	12,824	25,648	51,295	76,943
20	2033	186,821	77,210	264,031	13,202	26,403	52,806	79,209
21	2034	192,322	79,483	271,805	13,590	27,181	54,361	81,542
22	2035	197,985	81,823	279,808	13,990	27,981	55,962	83,942
23	2036	203,815	84,233	288,048	14,402	28,805	57,610	86,414
24	2037	209,817	86,713	296,530	14,827	29,653	59,306	88,959
25	2038	215,995	89,266	305,261	15,263	30,526	61,052	91,578
26	2039	222,356	91,895	314,251	15,713	31,425	62,850	94,275
27	2040	228,900	94,600	323,500	16,175	32,350	64,700	97,050

TRAMO SILAO - IRAPUATO

ESCENARIO 3 (4 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	143,514	44,484	187,998	9,400	18,800	37,600	56,399
2	2015	147,741	45,794	193,535	9,677	19,354	38,707	58,061
3	2016	152,090	47,142	199,232	9,962	19,923	39,846	59,770
4	2017	156,568	48,530	205,098	10,255	20,510	41,020	61,529
5	2018	161,179	49,959	211,138	10,557	21,114	42,228	63,341
6	2019	165,925	51,430	217,355	10,868	21,736	43,471	65,207
7	2020	170,811	52,945	223,756	11,188	22,376	44,751	67,127
8	2021	175,841	54,504	230,345	11,517	23,035	46,069	69,104
9	2022	181,020	56,109	237,129	11,856	23,713	47,426	71,139
10	2023	186,349	57,761	244,110	12,206	24,411	48,822	73,233
11	2024	191,837	59,462	251,299	12,565	25,130	50,260	75,390
12	2025	197,486	61,213	258,699	12,935	25,870	51,740	77,610
13	2026	203,300	63,015	266,315	13,316	26,632	53,263	79,895
14	2027	209,285	64,870	274,155	13,708	27,416	54,831	82,247
15	2028	215,447	66,780	282,227	14,111	28,223	56,445	84,668
16	2029	221,792	68,747	290,539	14,527	29,054	58,108	87,162
17	2030	228,323	70,771	299,094	14,955	29,909	59,819	89,728
18	2031	235,047	72,855	307,902	15,395	30,790	61,580	92,371
19	2032	241,969	75,001	316,970	15,849	31,697	63,394	95,091
20	2033	249,095	77,210	326,305	16,315	32,631	65,261	97,892
21	2034	256,429	79,483	335,912	16,796	33,591	67,182	100,774
22	2035	263,980	81,823	345,803	17,290	34,580	69,161	103,741
23	2036	271,753	84,233	355,986	17,799	35,599	71,197	106,796
24	2037	279,755	86,713	366,468	18,323	36,647	73,294	109,940
25	2038	287,993	89,266	377,259	18,863	37,726	75,452	113,178
26	2039	296,474	91,895	388,369	19,418	38,837	77,674	116,511
27	2040	305,200	94,600	399,800	19,990	39,980	79,960	119,940

TRAMO LIBRAMIENTO IRAPUATO

No.	AÑO	TDPA	% A	% B	EMISIONES A	EMISIONES B	REDUCIR 5%		$5/TON
1	2014	34,166	73.7	3	24,313.08	3,335.18	1,215.65	166.76	6,912.05
2	2015	35,122	73.7	3	24,993.39	3,428.50	1,249.67	171.43	7,105.50
3	2016	36,104	73.7	3	25,692.19	3,524.36	1,284.61	176.22	7,304.15
4	2017	37,114	73.7	3	26,410.92	3,622.95	1,320.55	181.15	7,508.50
5	2018	38,152	73.7	3	27,149.58	3,724.28	1,357.48	186.21	7,718.45
6	2019	39,219	73.7	3	27,908.88	3,828.44	1,395.44	191.42	7,934.30
7	2020	40,316	73.7	3	28,689.52	3,935.52	1,434.48	196.78	8,156.30
8	2021	41,444	73.7	3	29,492.22	4,045.64	1,474.61	202.28	8,384.45
9	2022	42,603	73.7	3	30,316.99	4,158.77	1,515.85	207.94	8,618.95
10	2023	43,795	73.7	3	31,165.23	4,275.13	1,558.26	213.76	8,860.10
11	2024	45,020	73.7	3	32,036.96	4,394.71	1,601.85	219.74	9,107.95
12	2025	46,279	73.7	3	32,932.89	4,517.61	1,646.64	225.88	9,362.60
13	2026	47,573	73.7	3	33,853.72	4,643.93	1,692.69	232.20	9,624.45
14	2027	48,904	73.7	3	34,800.88	4,773.86	1,740.04	238.69	9,893.65
15	2028	50,272	73.7	3	35,774.37	4,907.40	1,788.72	245.37	10,170.45
16	2029	51,678	73.7	3	36,774.90	5,044.65	1,838.75	252.23	10,454.90
17	2030	53,123	73.7	3	37,803.19	5,185.70	1,890.16	259.29	10,747.25
18	2031	54,609	73.7	3	38,860.65	5,330.76	1,943.03	266.54	11,047.85
19	2032	56,136	73.7	3	39,947.29	5,479.82	1,997.36	273.99	11,356.75
20	2033	57,706	73.7	3	41,064.53	5,633.08	2,053.23	281.65	11,674.40
21	2034	59,320	73.7	3	42,213.07	5,790.64	2,110.65	289.53	12,000.90
22	2035	60,979	73.7	3	43,393.65	5,952.58	2,169.68	297.63	12,336.55
23	2036	62,685	73.7	3	44,607.66	6,119.12	2,230.38	305.96	12,681.70
24	2037	64,438	73.7	3	45,855.13	6,290.24	2,292.76	314.51	13,036.35
25	2038	66,240	73.7	3	47,137.46	6,466.15	2,356.87	323.31	13,400.90
26	2039	68,093	73.7	3	48,456.08	6,647.03	2,422.80	332.35	13,775.75
27	2040	70,000	73.7	3	49,813.14	6,833.19	2,490.66	341.66	14,161.60
									273,336.75

TRAMO LIBRAMIENTO IRAPUATO

No.	AÑO	REDUCIR 10%		$5/TON	REDUCIR 20%		$5/TON	REDUCIR 30%		$5/TON
1	2014	2,431.31	333.52	13,824.15	4,862.62	667.04	27,648.30	7,293.92	1,000.55	41,472.35
2	2015	2,499.34	342.85	14,210.95	4,998.68	685.70	28,421.90	7,498.02	1,028.55	42,632.85
3	2016	2,569.22	352.44	14,608.30	5,138.44	704.87	29,216.55	7,707.66	1,057.31	43,824.85
4	2017	2,641.09	362.30	15,016.95	5,282.18	724.59	30,033.85	7,923.28	1,086.89	45,050.85
5	2018	2,714.96	372.43	15,436.95	5,429.92	744.86	30,873.90	8,144.87	1,117.28	46,310.75
6	2019	2,790.89	382.84	15,868.65	5,581.78	765.69	31,737.35	8,372.66	1,148.53	47,605.95
7	2020	2,868.95	393.55	16,312.50	5,737.90	787.10	32,625.00	8,606.86	1,180.66	48,937.60
8	2021	2,949.22	404.56	16,768.90	5,898.44	809.13	33,537.85	8,847.67	1,213.69	50,306.80
9	2022	3,031.70	415.88	17,237.90	6,063.40	831.75	34,475.75	9,095.10	1,247.63	51,713.65
10	2023	3,116.52	427.51	17,720.15	6,233.05	855.03	35,440.40	9,349.57	1,282.54	53,160.55
11	2024	3,203.70	439.47	18,215.85	6,407.39	878.94	36,431.65	9,611.09	1,318.41	54,647.50
12	2025	3,293.29	451.76	18,725.25	6,586.58	903.52	37,450.50	9,879.87	1,355.28	56,175.75
13	2026	3,385.37	464.39	19,248.80	6,770.74	928.79	38,497.65	10,156.12	1,393.18	57,746.50
14	2027	3,480.09	477.39	19,787.40	6,960.18	954.77	39,574.75	10,440.26	1,432.16	59,362.10
15	2028	3,577.44	490.74	20,340.90	7,154.87	981.48	40,681.75	10,732.31	1,472.22	61,022.65
16	2029	3,677.49	504.46	20,909.75	7,354.98	1,008.93	41,819.55	11,032.47	1,513.39	62,729.30
17	2030	3,780.32	518.57	21,494.45	7,560.64	1,037.14	42,988.90	11,340.96	1,555.71	64,483.35
18	2031	3,886.07	533.08	22,095.75	7,772.13	1,066.15	44,191.40	11,658.20	1,599.23	66,287.15
19	2032	3,994.73	547.98	22,713.55	7,989.46	1,095.96	45,427.10	11,984.19	1,643.95	68,140.70
20	2033	4,106.45	563.31	23,348.80	8,212.91	1,126.62	46,697.65	12,319.36	1,689.92	70,046.40
21	2034	4,221.31	579.06	24,001.85	8,442.61	1,158.13	48,003.70	12,663.92	1,737.19	72,005.55
22	2035	4,339.36	595.26	24,673.10	8,678.73	1,190.52	49,346.25	13,018.09	1,785.77	74,019.30
23	2036	4,460.77	611.91	25,363.40	8,921.53	1,223.82	50,726.75	13,382.30	1,835.74	76,090.20
24	2037	4,585.51	629.02	26,072.65	9,171.03	1,258.05	52,145.40	13,756.54	1,887.07	78,218.05
25	2038	4,713.75	646.61	26,801.80	9,427.49	1,293.23	53,603.60	14,141.24	1,939.84	80,405.40
26	2039	4,845.61	664.70	27,551.55	9,691.22	1,329.41	55,103.15	14,536.83	1,994.11	82,654.70
27	2040	4,981.31	683.32	28,323.15	9,962.63	1,366.64	56,646.35	14,943.94	2,049.96	84,969.50
				546,673.40			**1,093,346.95**			**1,640,020.30**

TRAMO LIBRAMIENTO IRAPUATO

ESCENARIO 1 (1 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	25,180	22,550	47,730	2,387	4,773	9,546	14,319
2	2015	25,885	23,181	49,066	2,453	4,907	9,813	14,720
3	2016	26,609	23,829	50,438	2,522	5,044	10,088	15,131
4	2017	27,353	24,495	51,848	2,592	5,185	10,370	15,554
5	2018	28,118	25,180	53,298	2,665	5,330	10,660	15,989
6	2019	28,904	25,885	54,789	2,739	5,479	10,958	16,437
7	2020	29,713	26,609	56,322	2,816	5,632	11,264	16,897
8	2021	30,544	27,353	57,897	2,895	5,790	11,579	17,369
9	2022	31,398	28,118	59,516	2,976	5,952	11,903	17,855
10	2023	32,277	28,905	61,182	3,059	6,118	12,236	18,355
11	2024	33,180	29,713	62,893	3,145	6,289	12,579	18,868
12	2025	34,108	30,544	64,652	3,233	6,465	12,930	19,396
13	2026	35,061	31,398	66,459	3,323	6,646	13,292	19,938
14	2027	36,042	32,277	68,319	3,416	6,832	13,664	20,496
15	2028	37,050	33,180	70,230	3,512	7,023	14,046	21,069
16	2029	38,087	34,107	72,194	3,610	7,219	14,439	21,658
17	2030	39,152	35,061	74,213	3,711	7,421	14,843	22,264
18	2031	40,247	36,042	76,289	3,814	7,629	15,258	22,887
19	2032	41,372	37,050	78,422	3,921	7,842	15,684	23,527
20	2033	42,529	38,086	80,615	4,031	8,062	16,123	24,185
21	2034	43,719	39,151	82,870	4,144	8,287	16,574	24,861
22	2035	44,942	40,246	85,188	4,259	8,519	17,038	25,556
23	2036	46,199	41,372	87,571	4,379	8,757	17,514	26,271
24	2037	47,491	42,529	90,020	4,501	9,002	18,004	27,006
25	2038	48,819	43,718	92,537	4,627	9,254	18,507	27,761
26	2039	50,185	44,941	95,126	4,756	9,513	19,025	28,538
27	2040	51,590	46,200	97,790	4,890	9,779	19,558	29,337

TRAMO LIBRAMIENTO IRAPUATO

ESCENARIO 2 (3 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	75,541	22,550	98,091	4,905	9,809	19,618	29,427
2	2015	77,655	23,181	100,836	5,042	10,084	20,167	30,251
3	2016	79,826	23,829	103,655	5,183	10,366	20,731	31,097
4	2017	82,059	24,495	106,554	5,328	10,655	21,311	31,966
5	2018	84,354	25,180	109,534	5,477	10,953	21,907	32,860
6	2019	86,713	25,885	112,598	5,630	11,260	22,520	33,779
7	2020	89,139	26,609	115,748	5,787	11,575	23,150	34,724
8	2021	91,633	27,353	118,986	5,949	11,899	23,797	35,696
9	2022	94,195	28,118	122,313	6,116	12,231	24,463	36,694
10	2023	96,831	28,905	125,736	6,287	12,574	25,147	37,721
11	2024	99,539	29,713	129,252	6,463	12,925	25,850	38,776
12	2025	102,323	30,544	132,867	6,643	13,287	26,573	39,860
13	2026	105,184	31,398	136,582	6,829	13,658	27,316	40,975
14	2027	108,127	32,277	140,404	7,020	14,040	28,081	42,121
15	2028	111,151	33,180	144,331	7,217	14,433	28,866	43,299
16	2029	114,260	34,107	148,367	7,418	14,837	29,673	44,510
17	2030	117,455	35,061	152,516	7,626	15,252	30,503	45,755
18	2031	120,740	36,042	156,782	7,839	15,678	31,356	47,035
19	2032	124,117	37,050	161,167	8,058	16,117	32,233	48,350
20	2033	127,588	38,086	165,674	8,284	16,567	33,135	49,702
21	2034	131,157	39,151	170,308	8,515	17,031	34,062	51,092
22	2035	134,825	40,246	175,071	8,754	17,507	35,014	52,521
23	2036	138,597	41,372	179,969	8,998	17,997	35,994	53,991
24	2037	142,472	42,529	185,001	9,250	18,500	37,000	55,500
25	2038	146,457	43,718	190,175	9,509	19,018	38,035	57,053
26	2039	150,554	44,941	195,495	9,775	19,550	39,099	58,649
27	2040	154,770	46,200	200,970	10,049	20,097	40,194	60,291

TRAMO LIBRAMIENTO IRAPUATO

ESCENARIO 3 (4 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	100,721	22,550	123,271	6,164	12,327	24,654	36,981
2	2015	103,540	23,181	126,721	6,336	12,672	25,344	38,016
3	2016	106,435	23,829	130,264	6,513	13,026	26,053	39,079
4	2017	109,412	24,495	133,907	6,695	13,391	26,781	40,172
5	2018	112,472	25,180	137,652	6,883	13,765	27,530	41,296
6	2019	115,618	25,885	141,503	7,075	14,150	28,301	42,451
7	2020	118,852	26,609	145,461	7,273	14,546	29,092	43,638
8	2021	122,177	27,353	149,530	7,477	14,953	29,906	44,859
9	2022	125,594	28,118	153,712	7,686	15,371	30,742	46,114
10	2023	129,108	28,905	158,013	7,901	15,801	31,603	47,404
11	2024	132,719	29,713	162,432	8,122	16,243	32,486	48,730
12	2025	136,430	30,544	166,974	8,349	16,697	33,395	50,092
13	2026	140,245	31,398	171,643	8,582	17,164	34,329	51,493
14	2027	144,169	32,277	176,446	8,822	17,645	35,289	52,934
15	2028	148,202	33,180	181,382	9,069	18,138	36,276	54,415
16	2029	152,347	34,107	186,454	9,323	18,645	37,291	55,936
17	2030	156,607	35,061	191,668	9,583	19,167	38,334	57,500
18	2031	160,987	36,042	197,029	9,851	19,703	39,406	59,109
19	2032	165,489	37,050	202,539	10,127	20,254	40,508	60,762
20	2033	170,117	38,086	208,203	10,410	20,820	41,641	62,461
21	2034	174,875	39,151	214,026	10,701	21,403	42,805	64,208
22	2035	179,766	40,246	220,012	11,001	22,001	44,002	66,004
23	2036	184,795	41,372	226,167	11,308	22,617	45,233	67,850
24	2037	189,963	42,529	232,492	11,625	23,249	46,498	69,748
25	2038	195,276	43,718	238,994	11,950	23,899	47,799	71,698
26	2039	200,738	44,941	245,679	12,284	24,568	49,136	73,704
27	2040	206,360	46,200	252,560	12,628	25,256	50,512	75,768

TRAMO IRAPUATO - SALAMANCA

No.	AÑO	TDPA	% A	% B	EMISIONES A	EMISIONES B	REDUCIR 5%		$5/TON
1	2014	33,523	84.9	1.7	31,360.34	2,188.95	1,568.02	109.45	8,387.35
2	2015	34,560	84.9	1.7	32,330.44	2,256.66	1,616.52	112.83	8,646.75
3	2016	35,629	84.9	1.7	33,330.48	2,326.47	1,666.52	116.32	8,914.20
4	2017	36,731	84.9	1.7	34,361.38	2,398.42	1,718.07	119.92	9,189.95
5	2018	37,867	84.9	1.7	35,424.10	2,472.60	1,771.20	123.63	9,474.15
6	2019	39,038	84.9	1.7	36,519.55	2,549.06	1,825.98	127.45	9,767.15
7	2020	40,245	84.9	1.7	37,648.69	2,627.88	1,882.43	131.39	10,069.10
8	2021	41,490	84.9	1.7	38,813.37	2,709.17	1,940.67	135.46	10,380.65
9	2022	42,773	84.9	1.7	40,013.60	2,792.95	2,000.68	139.65	10,701.65
10	2023	44,096	84.9	1.7	41,251.25	2,879.33	2,062.56	143.97	11,032.65
11	2024	45,460	84.9	1.7	42,527.25	2,968.40	2,126.36	148.42	11,373.90
12	2025	46,866	84.9	1.7	43,842.55	3,060.21	2,192.13	153.01	11,725.70
13	2026	48,315	84.9	1.7	45,198.07	3,154.82	2,259.90	157.74	12,088.20
14	2027	49,809	84.9	1.7	46,595.69	3,252.38	2,329.78	162.62	12,462.00
15	2028	51,349	84.9	1.7	48,036.34	3,352.93	2,401.82	167.65	12,847.35
16	2029	52,937	84.9	1.7	49,521.89	3,456.63	2,476.09	172.83	13,244.60
17	2030	54,574	84.9	1.7	51,053.28	3,563.52	2,552.66	178.18	13,654.20
18	2031	56,262	84.9	1.7	52,632.39	3,673.74	2,631.62	183.69	14,076.55
19	2032	58,002	84.9	1.7	54,260.13	3,787.35	2,713.01	189.37	14,511.90
20	2033	59,796	84.9	1.7	55,938.40	3,904.50	2,796.92	195.22	14,960.70
21	2034	61,645	84.9	1.7	57,668.11	4,025.23	2,883.41	201.26	15,423.35
22	2035	63,551	84.9	1.7	59,451.15	4,149.69	2,972.56	207.48	15,900.20
23	2036	65,516	84.9	1.7	61,289.38	4,278.00	3,064.47	213.90	16,391.85
24	2037	67,542	84.9	1.7	63,184.68	4,410.29	3,159.23	220.51	16,898.70
25	2038	69,631	84.9	1.7	65,138.91	4,546.69	3,256.95	227.33	17,421.40
26	2039	71,784	84.9	1.7	67,153.02	4,687.28	3,357.65	234.36	17,960.05
27	2040	74,000	84.9	1.7	69,226.06	4,831.98	3,461.30	241.60	18,514.50
									346,018.75

TRAMO IRAPUATO - SALAMANCA

No.	AÑO	REDUCIR 10%		$5/TON	REDUCIR 20%		$5/TON	REDUCIR 30%		$5/TON
1	2014	3,136.03	218.90	16,774.65	6,272.07	437.79	33,549.30	9,408.10	656.69	50,323.95
2	2015	3,233.04	225.67	17,293.55	6,466.09	451.33	34,587.10	9,699.13	677.00	51,880.65
3	2016	3,333.05	232.65	17,828.50	6,666.10	465.29	35,656.95	9,999.14	697.94	53,485.40
4	2017	3,436.14	239.84	18,379.90	6,872.28	479.68	36,759.80	10,308.41	719.53	55,139.70
5	2018	3,542.41	247.26	18,948.35	7,084.82	494.52	37,896.70	10,627.23	741.78	56,845.05
6	2019	3,651.96	254.91	19,534.35	7,303.91	509.81	39,068.60	10,955.87	764.72	58,602.95
7	2020	3,764.87	262.79	20,138.30	7,529.74	525.58	40,276.60	11,294.61	788.36	60,414.85
8	2021	3,881.34	270.92	20,761.30	7,762.67	541.83	41,522.50	11,644.01	812.75	62,283.80
9	2022	4,001.36	279.29	21,403.25	8,002.72	558.59	42,806.55	12,004.08	837.88	64,209.80
10	2023	4,125.12	287.93	22,065.25	8,250.25	575.87	44,130.60	12,375.37	863.80	66,195.85
11	2024	4,252.73	296.84	22,747.85	8,505.45	593.68	45,495.65	12,758.18	890.52	68,243.50
12	2025	4,384.25	306.02	23,451.35	8,768.51	612.04	46,902.75	13,152.76	918.06	70,354.10
13	2026	4,519.81	315.48	24,176.45	9,039.61	630.96	48,352.85	13,559.42	946.45	72,529.35
14	2027	4,659.57	325.24	24,924.05	9,319.14	650.48	49,848.10	13,978.71	975.71	74,772.10
15	2028	4,803.63	335.29	25,694.60	9,607.27	670.59	51,389.30	14,410.90	1,005.88	77,083.90
16	2029	4,952.19	345.66	26,489.25	9,904.38	691.33	52,978.55	14,856.57	1,036.99	79,467.80
17	2030	5,105.33	356.35	27,308.40	10,210.66	712.70	54,616.80	15,315.98	1,069.05	81,925.15
18	2031	5,263.24	367.37	28,153.05	10,526.48	734.75	56,306.15	15,789.72	1,102.12	84,459.20
19	2032	5,426.01	378.74	29,023.75	10,852.03	757.47	58,047.50	16,278.04	1,136.21	87,071.25
20	2033	5,593.84	390.45	29,921.45	11,187.68	780.90	59,842.90	16,781.52	1,171.35	89,764.35
21	2034	5,766.81	402.52	30,846.65	11,533.62	805.05	61,693.35	17,300.43	1,207.57	92,540.00
22	2035	5,945.12	414.97	31,800.45	11,890.23	829.94	63,600.85	17,835.35	1,244.91	95,401.30
23	2036	6,128.94	427.80	32,783.70	12,257.88	855.60	65,567.40	18,386.82	1,283.40	98,351.10
24	2037	6,318.47	441.03	33,797.50	12,636.94	882.06	67,595.00	18,955.40	1,323.09	101,392.45
25	2038	6,513.89	454.67	34,842.80	13,027.78	909.34	69,685.60	19,541.67	1,364.01	104,528.40
26	2039	6,715.30	468.73	35,920.15	13,430.60	937.46	71,840.30	20,145.91	1,406.18	107,760.45
27	2040	6,922.61	483.20	37,029.05	13,845.21	966.40	74,058.05	20,767.82	1,449.59	111,087.05
				692,037.90			**1,384,075.80**			**2,076,113.45**

TRAMO IRAPUATO - SALAMANCA

ESCENARIO 1 (1 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	28,461	12,538	40,999	2,050	4,100	8,200	12,300
2	2015	29,341	12,925	42,266	2,113	4,227	8,453	12,680
3	2016	30,249	13,325	43,574	2,179	4,357	8,715	13,072
4	2017	31,185	13,737	44,922	2,246	4,492	8,984	13,477
5	2018	32,149	14,162	46,311	2,316	4,631	9,262	13,893
6	2019	33,143	14,600	47,743	2,387	4,774	9,549	14,323
7	2020	34,168	15,052	49,220	2,461	4,922	9,844	14,766
8	2021	35,225	15,517	50,742	2,537	5,074	10,148	15,223
9	2022	36,314	15,997	52,311	2,616	5,231	10,462	15,693
10	2023	37,438	16,492	53,930	2,697	5,393	10,786	16,179
11	2024	38,596	17,002	55,598	2,780	5,560	11,120	16,679
12	2025	39,789	17,528	57,317	2,866	5,732	11,463	17,195
13	2026	41,019	18,070	59,089	2,954	5,909	11,818	17,727
14	2027	42,288	18,629	60,917	3,046	6,092	12,183	18,275
15	2028	43,595	19,205	62,800	3,140	6,280	12,560	18,840
16	2029	44,944	19,798	64,742	3,237	6,474	12,948	19,423
17	2030	46,333	20,411	66,744	3,337	6,674	13,349	20,023
18	2031	47,766	21,042	68,808	3,440	6,881	13,762	20,642
19	2032	49,244	21,693	70,937	3,547	7,094	14,187	21,281
20	2033	50,767	22,364	73,131	3,657	7,313	14,626	21,939
21	2034	52,337	23,055	75,392	3,770	7,539	15,078	22,618
22	2035	53,955	23,768	77,723	3,886	7,772	15,545	23,317
23	2036	55,623	24,503	80,126	4,006	8,013	16,025	24,038
24	2037	57,343	25,261	82,604	4,130	8,260	16,521	24,781
25	2038	59,117	26,042	85,159	4,258	8,516	17,032	25,548
26	2039	60,945	26,847	87,792	4,390	8,779	17,558	26,338
27	2040	62,826	27,676	90,502	4,525	9,050	18,100	27,151

TRAMO IRAPUATO - SALAMANCA

ESCENARIO 2 (3 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	85,383	12,538	97,921	4,896	9,792	19,584	29,376
2	2015	88,024	12,925	100,949	5,047	10,095	20,190	30,285
3	2016	90,747	13,325	104,072	5,204	10,407	20,814	31,222
4	2017	93,554	13,737	107,291	5,365	10,729	21,458	32,187
5	2018	96,447	14,162	110,609	5,530	11,061	22,122	33,183
6	2019	99,430	14,600	114,030	5,702	11,403	22,806	34,209
7	2020	102,504	15,052	117,556	5,878	11,756	23,511	35,267
8	2021	105,675	15,517	121,192	6,060	12,119	24,238	36,358
9	2022	108,943	15,997	124,940	6,247	12,494	24,988	37,482
10	2023	112,313	16,492	128,805	6,440	12,881	25,761	38,642
11	2024	115,787	17,002	132,789	6,639	13,279	26,558	39,837
12	2025	119,368	17,528	136,896	6,845	13,690	27,379	41,069
13	2026	123,058	18,070	141,128	7,056	14,113	28,226	42,338
14	2027	126,864	18,629	145,493	7,275	14,549	29,099	43,648
15	2028	130,786	19,205	149,991	7,500	14,999	29,998	44,997
16	2029	134,831	19,798	154,629	7,731	15,463	30,926	46,389
17	2030	139,000	20,411	159,411	7,971	15,941	31,882	47,823
18	2031	143,299	21,042	164,341	8,217	16,434	32,868	49,302
19	2032	147,731	21,693	169,424	8,471	16,942	33,885	50,827
20	2033	152,300	22,364	174,664	8,733	17,466	34,933	52,399
21	2034	157,010	23,055	180,065	9,003	18,007	36,013	54,020
22	2035	161,864	23,768	185,632	9,282	18,563	37,126	55,690
23	2036	166,869	24,503	191,372	9,569	19,137	38,274	57,412
24	2037	172,029	25,261	197,290	9,865	19,729	39,458	59,187
25	2038	177,350	26,042	203,392	10,170	20,339	40,678	61,018
26	2039	182,834	26,847	209,681	10,484	20,968	41,936	62,904
27	2040	188,478	27,676	216,154	10,808	21,615	43,231	64,846

TRAMO IRAPUATO - SALAMANCA (CUOTA)

No.	AÑO	TDPA	% A	% B	EMISIONES A	EMISIONES B	REDUCIR 5%		$5/TON
1	2014	18,298	65.9	4.8	14,030.40	4,515.05	701.52	225.75	4,636.35
2	2015	18,731	65.9	4.8	14,362.42	4,621.89	718.12	231.09	4,746.05
3	2016	19,174	65.9	4.8	14,702.10	4,731.20	735.10	236.56	4,858.30
4	2017	19,627	65.9	4.8	15,049.44	4,842.98	752.47	242.15	4,973.10
5	2018	20,091	65.9	4.8	15,405.23	4,957.47	770.26	247.87	5,090.65
6	2019	20,566	65.9	4.8	15,769.44	5,074.68	788.47	253.73	5,211.00
7	2020	21,052	65.9	4.8	16,142.10	5,194.60	807.10	259.73	5,334.15
8	2021	21,550	65.9	4.8	16,523.95	5,317.48	826.20	265.87	5,460.35
9	2022	22,060	65.9	4.8	16,915.00	5,443.33	845.75	272.17	5,589.60
10	2023	22,582	65.9	4.8	17,315.26	5,572.13	865.76	278.61	5,721.85
11	2024	23,116	65.9	4.8	17,724.71	5,703.90	886.24	285.19	5,857.15
12	2025	23,663	65.9	4.8	18,144.14	5,838.87	907.21	291.94	5,995.75
13	2026	24,223	65.9	4.8	18,573.53	5,977.05	928.68	298.85	6,137.65
14	2027	24,796	65.9	4.8	19,012.89	6,118.44	950.64	305.92	6,282.80
15	2028	25,382	65.9	4.8	19,462.22	6,263.03	973.11	313.15	6,431.30
16	2029	25,982	65.9	4.8	19,922.28	6,411.08	996.11	320.55	6,583.30
17	2030	26,596	65.9	4.8	20,393.08	6,562.59	1,019.65	328.13	6,738.90
18	2031	27,225	65.9	4.8	20,875.38	6,717.80	1,043.77	335.89	6,898.30
19	2032	27,869	65.9	4.8	21,369.18	6,876.70	1,068.46	343.84	7,061.50
20	2033	28,528	65.9	4.8	21,874.49	7,039.31	1,093.72	351.97	7,228.45
21	2034	29,203	65.9	4.8	22,392.06	7,205.87	1,119.60	360.29	7,399.45
22	2035	29,894	65.9	4.8	22,921.90	7,376.37	1,146.09	368.82	7,574.55
23	2036	30,601	65.9	4.8	23,464.01	7,550.83	1,173.20	377.54	7,753.70
24	2037	31,325	65.9	4.8	24,019.15	7,729.48	1,200.96	386.47	7,937.15
25	2038	32,066	65.9	4.8	24,587.33	7,912.32	1,229.37	395.62	8,124.95
26	2039	32,824	65.9	4.8	25,168.54	8,099.36	1,258.43	404.97	8,317.00
27	2040	33,600	65.9	4.8	25,763.56	8,290.83	1,288.18	414.54	8,513.60
									172,456.90

TRAMO IRAPUATO - SALAMANCA (CUOTA)

No.	AÑO	REDUCIR 10%		$5/TON	REDUCIR 20%		$5/TON	REDUCIR 30%		$5/TON
1	2014	1,403.04	451.51	9,272.75	2,806.08	903.01	18,545.45	4,209.12	1,354.52	27,818.20
2	2015	1,436.24	462.19	9,492.15	2,872.48	924.38	18,984.30	4,308.72	1,386.57	28,476.45
3	2016	1,470.21	473.12	9,716.65	2,940.42	946.24	19,433.30	4,410.63	1,419.36	29,149.95
4	2017	1,504.94	484.30	9,946.20	3,009.89	968.60	19,892.45	4,514.83	1,452.89	29,838.60
5	2018	1,540.52	495.75	10,181.35	3,081.05	991.49	20,362.70	4,621.57	1,487.24	30,544.05
6	2019	1,576.94	507.47	10,422.05	3,153.89	1,014.94	20,844.15	4,730.83	1,522.40	31,266.15
7	2020	1,614.21	519.46	10,668.35	3,228.42	1,038.92	21,336.70	4,842.63	1,558.38	32,005.05
8	2021	1,652.39	531.75	10,920.70	3,304.79	1,063.50	21,841.45	4,957.18	1,595.25	32,762.15
9	2022	1,691.50	544.33	11,179.15	3,383.00	1,088.67	22,358.35	5,074.50	1,633.00	33,537.50
10	2023	1,731.53	557.21	11,443.70	3,463.05	1,114.43	22,887.40	5,194.58	1,671.64	34,331.10
11	2024	1,772.47	570.39	11,714.30	3,544.94	1,140.78	23,428.60	5,317.41	1,711.17	35,142.90
12	2025	1,814.41	583.89	11,991.50	3,628.83	1,167.77	23,983.00	5,443.24	1,751.66	35,974.50
13	2026	1,857.35	597.70	12,275.25	3,714.71	1,195.41	24,550.60	5,572.06	1,793.11	36,825.85
14	2027	1,901.29	611.84	12,565.65	3,802.58	1,223.69	25,131.35	5,703.87	1,835.53	37,697.00
15	2028	1,946.22	626.30	12,862.60	3,892.44	1,252.61	25,725.25	5,838.67	1,878.91	38,587.90
16	2029	1,992.23	641.11	13,166.70	3,984.46	1,282.22	26,333.40	5,976.69	1,923.33	39,500.10
17	2030	2,039.31	656.26	13,477.85	4,078.62	1,312.52	26,955.70	6,117.92	1,968.78	40,433.50
18	2031	2,087.54	671.78	13,796.60	4,175.08	1,343.56	27,593.20	6,262.61	2,015.34	41,389.75
19	2032	2,136.92	687.67	14,122.95	4,273.84	1,375.34	28,245.90	6,410.76	2,063.01	42,368.85
20	2033	2,187.45	703.93	14,456.90	4,374.90	1,407.86	28,913.80	6,562.35	2,111.79	43,370.70
21	2034	2,239.21	720.59	14,799.00	4,478.41	1,441.17	29,597.90	6,717.62	2,161.76	44,396.90
22	2035	2,292.19	737.64	15,149.15	4,584.38	1,475.27	30,298.25	6,876.57	2,212.91	45,447.40
23	2036	2,346.40	755.08	15,507.40	4,692.80	1,510.17	31,014.85	7,039.20	2,265.25	46,522.25
24	2037	2,401.91	772.95	15,874.30	4,803.83	1,545.90	31,748.65	7,205.74	2,318.84	47,622.90
25	2038	2,458.73	791.23	16,249.80	4,917.47	1,582.46	32,499.65	7,376.20	2,373.70	48,749.50
26	2039	2,516.85	809.94	16,633.95	5,033.71	1,619.87	33,267.90	7,550.56	2,429.81	49,901.85
27	2040	2,576.36	829.08	17,027.20	5,152.71	1,658.17	34,054.40	7,729.07	2,487.25	51,081.60
				344,914.15			**689,828.65**			**1,034,742.65**

TRAMO IRAPUATO - SALAMANCA (CUOTA)

ESCENARIO 1 (1 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	12,058	19,323	31,381	1,569	3,138	6,276	9,414
2	2015	12,344	19,780	32,124	1,606	3,212	6,425	9,637
3	2016	12,636	20,248	32,884	1,644	3,288	6,577	9,865
4	2017	12,934	20,726	33,660	1,683	3,366	6,732	10,098
5	2018	13,240	21,216	34,456	1,723	3,446	6,891	10,337
6	2019	13,553	21,718	35,271	1,764	3,527	7,054	10,581
7	2020	13,873	22,231	36,104	1,805	3,610	7,221	10,831
8	2021	14,201	22,757	36,958	1,848	3,696	7,392	11,087
9	2022	14,538	23,295	37,833	1,892	3,783	7,567	11,350
10	2023	14,882	23,847	38,729	1,936	3,873	7,746	11,619
11	2024	15,233	24,410	39,643	1,982	3,964	7,929	11,893
12	2025	15,594	24,988	40,582	2,029	4,058	8,116	12,175
13	2026	15,963	25,579	41,542	2,077	4,154	8,308	12,463
14	2027	16,341	26,185	42,526	2,126	4,253	8,505	12,758
15	2028	16,727	26,803	43,530	2,177	4,353	8,706	13,059
16	2029	17,122	27,437	44,559	2,228	4,456	8,912	13,368
17	2030	17,527	28,085	45,612	2,281	4,561	9,122	13,684
18	2031	17,941	28,750	46,691	2,335	4,669	9,338	14,007
19	2032	18,366	29,430	47,796	2,390	4,780	9,559	14,339
20	2033	18,800	30,126	48,926	2,446	4,893	9,785	14,678
21	2034	19,245	30,838	50,083	2,504	5,008	10,017	15,025
22	2035	19,700	31,568	51,268	2,563	5,127	10,254	15,380
23	2036	20,166	32,315	52,481	2,624	5,248	10,496	15,744
24	2037	20,643	33,079	53,722	2,686	5,372	10,744	16,117
25	2038	21,131	33,862	54,993	2,750	5,499	10,999	16,498
26	2039	21,631	34,662	56,293	2,815	5,629	11,259	16,888
27	2040	22,142	35,482	57,624	2,881	5,762	11,525	17,287

TRAMO IRAPUATO - SALAMANCA (CUOTA)
ESCENARIO 2 (3 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	36,175	19,323	55,498	2,775	5,550	11,100	16,649
2	2015	37,031	19,780	56,811	2,841	5,681	11,362	17,043
3	2016	37,907	20,248	58,155	2,908	5,816	11,631	17,447
4	2017	38,803	20,726	59,529	2,976	5,953	11,906	17,859
5	2018	39,720	21,216	60,936	3,047	6,094	12,187	18,281
6	2019	40,659	21,718	62,377	3,119	6,238	12,475	18,713
7	2020	41,620	22,231	63,851	3,193	6,385	12,770	19,155
8	2021	42,604	22,757	65,361	3,268	6,536	13,072	19,608
9	2022	43,613	23,295	66,908	3,345	6,691	13,382	20,072
10	2023	44,645	23,847	68,492	3,425	6,849	13,698	20,548
11	2024	45,700	24,410	70,110	3,506	7,011	14,022	21,033
12	2025	46,782	24,988	71,770	3,589	7,177	14,354	21,531
13	2026	47,889	25,579	73,468	3,673	7,347	14,694	22,040
14	2027	49,022	26,185	75,207	3,760	7,521	15,041	22,562
15	2028	50,180	26,803	76,983	3,849	7,698	15,397	23,095
16	2029	51,366	27,437	78,803	3,940	7,880	15,761	23,641
17	2030	52,580	28,085	80,665	4,033	8,067	16,133	24,200
18	2031	53,824	28,750	82,574	4,129	8,257	16,515	24,772
19	2032	55,097	29,430	84,527	4,226	8,453	16,905	25,358
20	2033	56,400	30,126	86,526	4,326	8,653	17,305	25,958
21	2034	57,734	30,838	88,572	4,429	8,857	17,714	26,572
22	2035	59,100	31,568	90,668	4,533	9,067	18,134	27,200
23	2036	60,498	32,315	92,813	4,641	9,281	18,563	27,844
24	2037	61,930	33,079	95,009	4,750	9,501	19,002	28,503
25	2038	63,394	33,862	97,256	4,863	9,726	19,451	29,177
26	2039	64,893	34,662	99,555	4,978	9,956	19,911	29,867
27	2040	66,427	35,482	101,909	5,095	10,191	20,382	30,573

TRAMO IRAPUATO - SALAMANCA (CUOTA)

ESCENARIO 3 (4 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	48,234	19,323	67,557	3,378	6,756	13,511	20,267
2	2015	49,375	19,780	69,155	3,458	6,916	13,831	20,747
3	2016	50,543	20,248	70,791	3,540	7,079	14,158	21,237
4	2017	51,737	20,726	72,463	3,623	7,246	14,493	21,739
5	2018	52,960	21,216	74,176	3,709	7,418	14,835	22,253
6	2019	54,212	21,718	75,930	3,797	7,593	15,186	22,779
7	2020	55,493	22,231	77,724	3,886	7,772	15,545	23,317
8	2021	56,806	22,757	79,563	3,978	7,956	15,913	23,869
9	2022	58,150	23,295	81,445	4,072	8,145	16,289	24,434
10	2023	59,526	23,847	83,373	4,169	8,337	16,675	25,012
11	2024	60,934	24,410	85,344	4,267	8,534	17,069	25,603
12	2025	62,376	24,988	87,364	4,368	8,736	17,473	26,209
13	2026	63,852	25,579	89,431	4,472	8,943	17,886	26,829
14	2027	65,362	26,185	91,547	4,577	9,155	18,309	27,464
15	2028	66,907	26,803	93,710	4,686	9,371	18,742	28,113
16	2029	68,489	27,437	95,926	4,796	9,593	19,185	28,778
17	2030	70,107	28,085	98,192	4,910	9,819	19,638	29,458
18	2031	71,765	28,750	100,515	5,026	10,052	20,103	30,155
19	2032	73,463	29,430	102,893	5,145	10,289	20,579	30,868
20	2033	75,200	30,126	105,326	5,266	10,533	21,065	31,598
21	2034	76,979	30,838	107,817	5,391	10,782	21,563	32,345
22	2035	78,801	31,568	110,369	5,518	11,037	22,074	33,111
23	2036	80,664	32,315	112,979	5,649	11,298	22,596	33,894
24	2037	82,573	33,079	115,652	5,783	11,565	23,130	34,696
25	2038	84,526	33,862	118,388	5,919	11,839	23,678	35,516
26	2039	86,524	34,662	121,186	6,059	12,119	24,237	36,356
27	2040	88,570	35,482	124,052	6,203	12,405	24,810	37,216

TRAMO LIBRAMIENTO DE SALAMANCA

No.	AÑO	TDPA	% A	% B	EMISIONES A	EMISIONES B	REDUCIR 5%		$5/TON
1	2014	31,578	64.8	7.5	18,899.75	7,891.68	944.99	394.58	6,697.85
2	2015	32,467	64.8	7.5	19,431.83	8,113.85	971.59	405.69	6,886.40
3	2016	33,381	64.8	7.5	19,978.86	8,342.27	998.94	417.11	7,080.25
4	2017	34,321	64.8	7.5	20,541.46	8,577.19	1,027.07	428.86	7,279.65
5	2018	35,287	64.8	7.5	21,119.62	8,818.60	1,055.98	440.93	7,484.55
6	2019	36,281	64.8	7.5	21,714.54	9,067.01	1,085.73	453.35	7,695.40
7	2020	37,303	64.8	7.5	22,326.22	9,322.42	1,116.31	466.12	7,912.15
8	2021	38,353	64.8	7.5	22,954.66	9,584.82	1,147.73	479.24	8,134.85
9	2022	39,433	64.8	7.5	23,601.05	9,854.73	1,180.05	492.74	8,363.95
10	2023	40,543	64.8	7.5	24,265.39	10,132.13	1,213.27	506.61	8,599.40
11	2024	41,685	64.8	7.5	24,948.89	10,417.53	1,247.44	520.88	8,841.60
12	2025	42,859	64.8	7.5	25,651.54	10,710.92	1,282.58	535.55	9,090.65
13	2026	44,066	64.8	7.5	26,373.94	11,012.56	1,318.70	550.63	9,346.65
14	2027	45,307	64.8	7.5	27,116.69	11,322.70	1,355.83	566.14	9,609.85
15	2028	46,583	64.8	7.5	27,880.39	11,641.59	1,394.02	582.08	9,880.50
16	2029	47,895	64.8	7.5	28,665.64	11,969.47	1,433.28	598.47	10,158.75
17	2030	49,244	64.8	7.5	29,473.03	12,306.60	1,473.65	615.33	10,444.90
18	2031	50,630	64.8	7.5	30,302.56	12,652.98	1,515.13	632.65	10,738.90
19	2032	52,056	64.8	7.5	31,156.04	13,009.35	1,557.80	650.47	11,041.35
20	2033	53,522	64.8	7.5	32,033.45	13,375.72	1,601.67	668.79	11,352.30
21	2034	55,029	64.8	7.5	32,935.41	13,752.34	1,646.77	687.62	11,671.95
22	2035	56,578	64.8	7.5	33,862.50	14,139.45	1,693.13	706.97	12,000.50
23	2036	58,171	64.8	7.5	34,815.93	14,537.56	1,740.80	726.88	12,338.40
24	2037	59,809	64.8	7.5	35,796.29	14,946.91	1,789.81	747.35	12,685.80
25	2038	61,493	64.8	7.5	36,804.18	15,367.76	1,840.21	768.39	13,043.00
26	2039	63,224	64.8	7.5	37,840.20	15,800.35	1,892.01	790.02	13,410.15
27	2040	65,000	64.8	7.5	38,903.15	16,244.20	1,945.16	812.21	13,786.85
									265,576.55

TRAMO LIBRAMIENTO DE SALAMANCA

No.	AÑO	REDUCIR 10%		$5/TON	REDUCIR 20%		$5/TON	REDUCIR 30%		$5/TON
1	2014	1,889.98	789.17	13,395.75	3,779.95	1,578.34	26,791.45	5,669.93	2,367.50	40,187.15
2	2015	1,943.18	811.39	13,772.85	3,886.37	1,622.77	27,545.70	5,829.55	2,434.16	41,318.55
3	2016	1,997.89	834.23	14,160.60	3,995.77	1,668.45	28,321.10	5,993.66	2,502.68	42,481.70
4	2017	2,054.15	857.72	14,559.35	4,108.29	1,715.44	29,118.65	6,162.44	2,573.16	43,678.00
5	2018	2,111.96	881.86	14,969.10	4,223.92	1,763.72	29,938.20	6,335.89	2,645.58	44,907.35
6	2019	2,171.45	906.70	15,390.75	4,342.91	1,813.40	30,781.55	6,514.36	2,720.10	46,172.30
7	2020	2,232.62	932.24	15,824.30	4,465.24	1,864.48	31,648.60	6,697.87	2,796.73	47,473.00
8	2021	2,295.47	958.48	16,269.75	4,590.93	1,916.96	32,539.45	6,886.40	2,875.45	48,809.25
9	2022	2,360.10	985.47	16,727.85	4,720.21	1,970.95	33,455.80	7,080.31	2,956.42	50,183.65
10	2023	2,426.54	1,013.21	17,198.75	4,853.08	2,026.43	34,397.55	7,279.62	3,039.64	51,596.30
11	2024	2,494.89	1,041.75	17,683.20	4,989.78	2,083.51	35,366.45	7,484.67	3,125.26	53,049.65
12	2025	2,565.15	1,071.09	18,181.20	5,130.31	2,142.18	36,362.45	7,695.46	3,213.28	54,543.70
13	2026	2,637.39	1,101.26	18,693.25	5,274.79	2,202.51	37,386.50	7,912.18	3,303.77	56,079.75
14	2027	2,711.67	1,132.27	19,219.70	5,423.34	2,264.54	38,439.40	8,135.01	3,396.81	57,659.10
15	2028	2,788.04	1,164.16	19,761.00	5,576.08	2,328.32	39,522.00	8,364.12	3,492.48	59,283.00
16	2029	2,866.56	1,196.95	20,317.55	5,733.13	2,393.89	40,635.10	8,599.69	3,590.84	60,952.65
17	2030	2,947.30	1,230.66	20,889.80	5,894.61	2,461.32	41,779.65	8,841.91	3,691.98	62,669.45
18	2031	3,030.26	1,265.30	21,477.80	6,060.51	2,530.60	42,955.55	9,090.77	3,795.89	64,433.30
19	2032	3,115.60	1,300.94	22,082.70	6,231.21	2,601.87	44,165.40	9,346.81	3,902.81	66,248.10
20	2033	3,203.35	1,337.57	22,704.60	6,406.69	2,675.14	45,409.15	9,610.04	4,012.72	68,113.80
21	2034	3,293.54	1,375.23	23,343.85	6,587.08	2,750.47	46,687.75	9,880.62	4,125.70	70,031.60
22	2035	3,386.25	1,413.94	24,000.95	6,772.50	2,827.89	48,001.95	10,158.75	4,241.83	72,002.90
23	2036	3,481.59	1,453.76	24,676.75	6,963.19	2,907.51	49,353.50	10,444.78	4,361.27	74,030.25
24	2037	3,579.63	1,494.69	25,371.60	7,159.26	2,989.38	50,743.20	10,738.89	4,484.07	76,114.80
25	2038	3,680.42	1,536.78	26,086.00	7,360.84	3,073.55	52,171.95	11,041.25	4,610.33	78,257.90
26	2039	3,784.02	1,580.04	26,820.30	7,568.04	3,160.07	53,640.55	11,352.06	4,740.11	80,460.85
27	2040	3,890.32	1,624.42	27,573.70	7,780.63	3,248.84	55,147.35	11,670.95	4,873.26	82,721.05
				531,153.00			**1,062,305.95**			**1,593,459.10**

TRAMO LIBRAMIENTO DE SALAMANCA

ESCENARIO 2 (3 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	61,388	52,104	113,492	5,675	11,349	22,698	34,048
2	2015	63,116	53,571	116,687	5,834	11,669	23,337	35,006
3	2016	64,893	55,079	119,972	5,999	11,997	23,994	35,992
4	2017	66,720	56,630	123,350	6,168	12,335	24,670	37,005
5	2018	68,598	58,224	126,822	6,341	12,682	25,364	38,047
6	2019	70,530	59,864	130,394	6,520	13,039	26,079	39,118
7	2020	72,517	61,550	134,067	6,703	13,407	26,813	40,220
8	2021	74,558	63,282	137,840	6,892	13,784	27,568	41,352
9	2022	76,658	65,064	141,722	7,086	14,172	28,344	42,517
10	2023	78,816	66,896	145,712	7,286	14,571	29,142	43,714
11	2024	81,036	68,780	149,816	7,491	14,982	29,963	44,945
12	2025	83,318	70,717	154,035	7,702	15,404	30,807	46,211
13	2026	85,664	72,709	158,373	7,919	15,837	31,675	47,512
14	2027	88,077	74,757	162,834	8,142	16,283	32,567	48,850
15	2028	90,557	76,862	167,419	8,371	16,742	33,484	50,226
16	2029	93,108	79,027	172,135	8,607	17,214	34,427	51,641
17	2030	95,730	81,253	176,983	8,849	17,698	35,397	53,095
18	2031	98,425	83,540	181,965	9,098	18,197	36,393	54,590
19	2032	101,197	85,892	187,089	9,354	18,709	37,418	56,127
20	2033	104,047	88,311	192,358	9,618	19,236	38,472	57,707
21	2034	106,976	90,798	197,774	9,889	19,777	39,555	59,332
22	2035	109,988	93,354	203,342	10,167	20,334	40,668	61,003
23	2036	113,084	95,982	209,066	10,453	20,907	41,813	62,720
24	2037	116,269	98,685	214,954	10,748	21,495	42,991	64,486
25	2038	119,542	101,463	221,005	11,050	22,101	44,201	66,302
26	2039	122,907	104,320	227,227	11,361	22,723	45,445	68,168
27	2040	126,360	107,250	233,610	11,681	23,361	46,722	70,083

TRAMO LIBRAMIENTO DE SALAMANCA

ESCENARIO 3 (4 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	81,850	52,104	133,954	6,698	13,395	26,791	40,186
2	2015	84,154	53,571	137,725	6,886	13,773	27,545	41,318
3	2016	86,524	55,079	141,603	7,080	14,160	28,321	42,481
4	2017	88,960	56,630	145,590	7,280	14,559	29,118	43,677
5	2018	91,464	58,224	149,688	7,484	14,969	29,938	44,906
6	2019	94,040	59,864	153,904	7,695	15,390	30,781	46,171
7	2020	96,689	61,550	158,239	7,912	15,824	31,648	47,472
8	2021	99,411	63,282	162,693	8,135	16,269	32,539	48,808
9	2022	102,210	65,064	167,274	8,364	16,727	33,455	50,182
10	2023	105,087	66,896	171,983	8,599	17,198	34,397	51,595
11	2024	108,048	68,780	176,828	8,841	17,683	35,366	53,048
12	2025	111,091	70,717	181,808	9,090	18,181	36,362	54,542
13	2026	114,219	72,709	186,928	9,346	18,693	37,386	56,078
14	2027	117,436	74,757	192,193	9,610	19,219	38,439	57,658
15	2028	120,743	76,862	197,605	9,880	19,761	39,521	59,282
16	2029	124,144	79,027	203,171	10,159	20,317	40,634	60,951
17	2030	127,640	81,253	208,893	10,445	20,889	41,779	62,668
18	2031	131,233	83,540	214,773	10,739	21,477	42,955	64,432
19	2032	134,929	85,892	220,821	11,041	22,082	44,164	66,246
20	2033	138,729	88,311	227,040	11,352	22,704	45,408	68,112
21	2034	142,635	90,798	233,433	11,672	23,343	46,687	70,030
22	2035	146,650	93,354	240,004	12,000	24,000	48,001	72,001
23	2036	150,779	95,982	246,761	12,338	24,676	49,352	74,028
24	2037	155,025	98,685	253,710	12,686	25,371	50,742	76,113
25	2038	159,390	101,463	260,853	13,043	26,085	52,171	78,256
26	2039	163,877	104,320	268,197	13,410	26,820	53,639	80,459
27	2040	168,480	107,250	275,730	13,787	27,573	55,146	82,719

TRAMO LIBRAMIENTO DE SALAMANCA

ESCENARIO 1 (1 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	20,463	52,104	72,567	3,628	7,257	14,513	21,770
2	2015	21,039	53,571	74,610	3,731	7,461	14,922	22,383
3	2016	21,631	55,079	76,710	3,836	7,671	15,342	23,013
4	2017	22,240	56,630	78,870	3,944	7,887	15,774	23,661
5	2018	22,866	58,224	81,090	4,055	8,109	16,218	24,327
6	2019	23,510	59,864	83,374	4,169	8,337	16,675	25,012
7	2020	24,172	61,550	85,722	4,286	8,572	17,144	25,717
8	2021	24,853	63,282	88,135	4,407	8,814	17,627	26,441
9	2022	25,553	65,064	90,617	4,531	9,062	18,123	27,185
10	2023	26,272	66,896	93,168	4,658	9,317	18,634	27,950
11	2024	27,012	68,780	95,792	4,790	9,579	19,158	28,738
12	2025	27,773	70,717	98,490	4,925	9,849	19,698	29,547
13	2026	28,555	72,709	101,264	5,063	10,126	20,253	30,379
14	2027	29,359	74,757	104,116	5,206	10,412	20,823	31,235
15	2028	30,186	76,862	107,048	5,352	10,705	21,410	32,114
16	2029	31,036	79,027	110,063	5,503	11,006	22,013	33,019
17	2030	31,910	81,253	113,163	5,658	11,316	22,633	33,949
18	2031	32,808	83,540	116,348	5,817	11,635	23,270	34,904
19	2032	33,732	85,892	119,624	5,981	11,962	23,925	35,887
20	2033	34,682	88,311	122,993	6,150	12,299	24,599	36,898
21	2034	35,659	90,798	126,457	6,323	12,646	25,291	37,937
22	2035	36,663	93,354	130,017	6,501	13,002	26,003	39,005
23	2036	37,695	95,982	133,677	6,684	13,368	26,735	40,103
24	2037	38,756	98,685	137,441	6,872	13,744	27,488	41,232
25	2038	39,847	101,463	141,310	7,066	14,131	28,262	42,393
26	2039	40,969	104,320	145,289	7,264	14,529	29,058	43,587
27	2040	42,120	107,250	149,370	7,469	14,937	29,874	44,811

TRAMO SALAMANCA - CELAYA

No.	AÑO	TDPA	% A	% B	EMISIONES A	EMISIONES B	REDUCIR 5%		$5/TON
1	2014	41,649	78.8	3.6	71,104.82	14,411.33	3,555.24	720.57	21,379.05
2	2015	43,008	78.8	3.6	73,424.96	14,881.57	3,671.25	744.08	22,076.65
3	2016	44,412	78.8	3.6	75,821.92	15,367.38	3,791.10	768.37	22,797.35
4	2017	45,862	78.8	3.6	78,297.42	15,869.11	3,914.87	793.46	23,541.65
5	2018	47,359	78.8	3.6	80,853.16	16,387.10	4,042.66	819.35	24,310.05
6	2019	48,905	78.8	3.6	83,492.55	16,922.04	4,174.63	846.10	25,103.65
7	2020	50,501	78.8	3.6	86,217.30	17,474.29	4,310.87	873.71	25,922.90
8	2021	52,149	78.8	3.6	89,030.83	18,044.53	4,451.54	902.23	26,768.85
9	2022	53,851	78.8	3.6	91,936.55	18,633.45	4,596.83	931.67	27,642.50
10	2023	55,609	78.8	3.6	94,937.88	19,241.75	4,746.89	962.09	28,544.90
11	2024	57,424	78.8	3.6	98,036.52	19,869.77	4,901.83	993.49	29,476.60
12	2025	59,298	78.8	3.6	101,235.89	20,518.21	5,061.79	1,025.91	30,438.50
13	2026	61,233	78.8	3.6	104,539.40	21,187.76	5,226.97	1,059.39	31,431.80
14	2027	63,232	78.8	3.6	107,952.17	21,879.45	5,397.61	1,093.97	32,457.90
15	2028	65,296	78.8	3.6	111,475.91	22,593.63	5,573.80	1,129.68	33,517.40
16	2029	67,427	78.8	3.6	115,114.04	23,331.00	5,755.70	1,166.55	34,611.25
17	2030	69,628	78.8	3.6	118,871.67	24,092.59	5,943.58	1,204.63	35,741.05
18	2031	71,901	78.8	3.6	122,752.23	24,879.09	6,137.61	1,243.95	36,907.80
19	2032	74,248	78.8	3.6	126,759.12	25,691.19	6,337.96	1,284.56	38,112.60
20	2033	76,671	78.8	3.6	130,895.76	26,529.59	6,544.79	1,326.48	39,356.35
21	2034	79,174	78.8	3.6	135,168.98	27,395.68	6,758.45	1,369.78	40,641.15
22	2035	81,758	78.8	3.6	139,580.49	28,289.79	6,979.02	1,414.49	41,967.55
23	2036	84,427	78.8	3.6	144,137.11	29,213.32	7,206.86	1,460.67	43,337.65
24	2037	87,183	78.8	3.6	148,842.26	30,166.94	7,442.11	1,508.35	44,752.30
25	2038	90,029	78.8	3.6	153,701.07	31,151.71	7,685.05	1,557.59	46,213.20
26	2039	92,967	78.8	3.6	158,716.94	32,168.31	7,935.85	1,608.42	47,721.35
27	2040	96,000	78.8	3.6	163,894.99	33,217.79	8,194.75	1,660.89	49,278.20
									904,050.20

TRAMO SALAMANCA - CELAYA

ESCENARIO 1 (1 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	32,819	32,986	65,805	3,290	6,581	13,161	19,742
2	2015	33,890	34,062	67,952	3,398	6,795	13,590	20,386
3	2016	34,997	35,174	70,171	3,509	7,017	14,034	21,051
4	2017	36,139	36,323	72,462	3,623	7,246	14,492	21,739
5	2018	37,319	37,508	74,827	3,741	7,483	14,965	22,448
6	2019	38,537	38,733	77,270	3,864	7,727	15,454	23,181
7	2020	39,795	39,997	79,792	3,990	7,979	15,958	23,938
8	2021	41,093	41,302	82,395	4,120	8,240	16,479	24,719
9	2022	42,435	42,650	85,085	4,254	8,509	17,017	25,526
10	2023	43,820	44,042	87,862	4,393	8,786	17,572	26,359
11	2024	45,250	45,480	90,730	4,537	9,073	18,146	27,219
12	2025	46,727	46,964	93,691	4,685	9,369	18,738	28,107
13	2026	48,252	48,497	96,749	4,837	9,675	19,350	29,025
14	2027	49,827	50,080	99,907	4,995	9,991	19,981	29,972
15	2028	51,453	51,714	103,167	5,158	10,317	20,633	30,950
16	2029	53,132	53,402	106,534	5,327	10,653	21,307	31,960
17	2030	54,867	55,145	110,012	5,501	11,001	22,002	33,004
18	2031	56,658	56,946	113,604	5,680	11,360	22,721	34,081
19	2032	58,507	58,804	117,311	5,866	11,731	23,462	35,193
20	2033	60,417	60,723	121,140	6,057	12,114	24,228	36,342
21	2034	62,389	62,706	125,095	6,255	12,510	25,019	37,529
22	2035	64,425	64,752	129,177	6,459	12,918	25,835	38,753
23	2036	66,528	66,866	133,394	6,670	13,339	26,679	40,018
24	2037	68,700	69,049	137,749	6,887	13,775	27,550	41,325
25	2038	70,943	71,303	142,246	7,112	14,225	28,449	42,674
26	2039	73,258	73,630	146,888	7,344	14,689	29,378	44,066
27	2040	75,648	76,032	151,680	7,584	15,168	30,336	45,504

TRAMO SALAMANCA - CELAYA

No.	AÑO	REDUCIR 10%		$5/TON	REDUCIR 20%		$5/TON	REDUCIR 30%		$5/TON
1	2014	7,110.48	1,441.13	42,758.05	14,220.96	2,882.27	85,516.15	21,331.45	4,323.40	128,274.25
2	2015	7,342.50	1,488.16	44,153.30	14,684.99	2,976.31	88,306.50	22,027.49	4,464.47	132,459.80
3	2016	7,582.19	1,536.74	45,594.65	15,164.38	3,073.48	91,189.30	22,746.58	4,610.21	136,783.95
4	2017	7,829.74	1,586.91	47,083.25	15,659.48	3,173.82	94,166.50	23,489.23	4,760.73	141,249.80
5	2018	8,085.32	1,638.71	48,620.15	16,170.63	3,277.42	97,240.25	24,255.95	4,916.13	145,860.40
6	2019	8,349.25	1,692.20	50,207.25	16,698.51	3,384.41	100,414.60	25,047.76	5,076.61	150,621.85
7	2020	8,621.73	1,747.43	51,845.80	17,243.46	3,494.86	103,691.60	25,865.19	5,242.29	155,537.40
8	2021	8,903.08	1,804.45	53,537.65	17,806.17	3,608.91	107,075.40	26,709.25	5,413.36	160,613.05
9	2022	9,193.66	1,863.34	55,285.00	18,387.31	3,726.69	110,570.00	27,580.97	5,590.03	165,855.00
10	2023	9,493.79	1,924.18	57,089.85	18,987.58	3,848.35	114,179.65	28,481.36	5,772.53	171,269.45
11	2024	9,803.65	1,986.98	58,953.15	19,607.30	3,973.95	117,906.25	29,410.96	5,960.93	176,859.45
12	2025	10,123.59	2,051.82	60,877.05	20,247.18	4,103.64	121,754.10	30,370.77	6,155.46	182,631.15
13	2026	10,453.94	2,118.78	62,863.60	20,907.88	4,237.55	125,727.15	31,361.82	6,356.33	188,590.75
14	2027	10,795.22	2,187.95	64,915.85	21,590.43	4,375.89	129,831.60	32,385.65	6,563.84	194,747.45
15	2028	11,147.59	2,259.36	67,034.75	22,295.18	4,518.73	134,069.55	33,442.77	6,778.09	201,104.30
16	2029	11,511.40	2,333.10	69,222.50	23,022.81	4,666.20	138,445.05	34,534.21	6,999.30	207,667.55
17	2030	11,887.17	2,409.26	71,482.15	23,774.33	4,818.52	142,964.25	35,661.50	7,227.78	214,446.40
18	2031	12,275.22	2,487.91	73,815.65	24,550.45	4,975.82	147,631.35	36,825.67	7,463.73	221,447.00
19	2032	12,675.91	2,569.12	76,225.15	25,351.82	5,138.24	152,450.30	38,027.74	7,707.36	228,675.50
20	2033	13,089.58	2,652.96	78,712.70	26,179.15	5,305.92	157,425.35	39,268.73	7,958.88	236,138.05
21	2034	13,516.90	2,739.57	81,282.35	27,033.80	5,479.14	162,564.70	40,550.69	8,218.70	243,846.95
22	2035	13,958.05	2,828.98	83,935.15	27,916.10	5,657.96	167,870.30	41,874.15	8,486.94	251,805.45
23	2036	14,413.71	2,921.33	86,675.20	28,827.42	5,842.66	173,350.40	43,241.13	8,763.99	260,025.60
24	2037	14,884.23	3,016.69	89,504.60	29,768.45	6,033.39	179,009.20	44,652.68	9,050.08	268,513.80
25	2038	15,370.11	3,115.17	92,426.40	30,740.21	6,230.34	184,852.75	46,110.32	9,345.51	277,279.15
26	2039	15,871.69	3,216.83	95,442.60	31,743.39	6,433.66	190,885.25	47,615.08	9,650.49	286,327.85
27	2040	16,389.50	3,321.78	98,556.40	32,779.00	6,643.56	197,112.80	49,168.50	9,965.34	295,669.20
				1,808,100.20			**3,616,200.30**			**5,424,300.55**

TRAMO SALAMANCA - CELAYA

ESCENARIO 2 (3 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	98,458	32,986	131,444	6,572	13,144	26,289	39,433
2	2015	101,671	34,062	135,733	6,787	13,573	27,147	40,720
3	2016	104,990	35,174	140,164	7,008	14,016	28,033	42,049
4	2017	108,418	36,323	144,741	7,237	14,474	28,948	43,422
5	2018	111,957	37,508	149,465	7,473	14,947	29,893	44,840
6	2019	115,611	38,733	154,344	7,717	15,434	30,869	46,303
7	2020	119,384	39,997	159,381	7,969	15,938	31,876	47,814
8	2021	123,280	41,302	164,582	8,229	16,458	32,916	49,375
9	2022	127,304	42,650	169,954	8,498	16,995	33,991	50,986
10	2023	131,460	44,042	175,502	8,775	17,550	35,100	52,651
11	2024	135,750	45,480	181,230	9,062	18,123	36,246	54,369
12	2025	140,180	46,964	187,144	9,357	18,714	37,429	56,143
13	2026	144,755	48,497	193,252	9,663	19,325	38,650	57,976
14	2027	149,480	50,080	199,560	9,978	19,956	39,912	59,868
15	2028	154,360	51,714	206,074	10,304	20,607	41,215	61,822
16	2029	159,397	53,402	212,799	10,640	21,280	42,560	63,840
17	2030	164,601	55,145	219,746	10,987	21,975	43,949	65,924
18	2031	169,974	56,946	226,920	11,346	22,692	45,384	68,076
19	2032	175,522	58,804	234,326	11,716	23,433	46,865	70,298
20	2033	181,250	60,723	241,973	12,099	24,197	48,395	72,592
21	2034	187,167	62,706	249,873	12,494	24,987	49,975	74,962
22	2035	193,276	64,752	258,028	12,901	25,803	51,606	77,408
23	2036	199,585	66,866	266,451	13,323	26,645	53,290	79,935
24	2037	206,101	69,049	275,150	13,758	27,515	55,030	82,545
25	2038	212,829	71,303	284,132	14,207	28,413	56,826	85,240
26	2039	219,774	73,630	293,404	14,670	29,340	58,681	88,021
27	2040	226,944	76,032	302,976	15,149	30,298	60,595	90,893

TRAMO SALAMANCA - CELAYA

ESCENARIO 3 (4 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	131,278	32,986	164,264	8,213	16,426	32,853	49,279
2	2015	135,561	34,062	169,623	8,481	16,962	33,925	50,887
3	2016	139,987	35,174	175,161	8,758	17,516	35,032	52,548
4	2017	144,557	36,323	180,880	9,044	18,088	36,176	54,264
5	2018	149,276	37,508	186,784	9,339	18,678	37,357	56,035
6	2019	154,149	38,733	192,882	9,644	19,288	38,576	57,865
7	2020	159,179	39,997	199,176	9,959	19,918	39,835	59,753
8	2021	164,374	41,302	205,676	10,284	20,568	41,135	61,703
9	2022	169,738	42,650	212,388	10,619	21,239	42,478	63,716
10	2023	175,280	44,042	219,322	10,966	21,932	43,864	65,797
11	2024	181,000	45,480	226,480	11,324	22,648	45,296	67,944
12	2025	186,907	46,964	233,871	11,694	23,387	46,774	70,161
13	2026	193,006	48,497	241,503	12,075	24,150	48,301	72,451
14	2027	199,307	50,080	249,387	12,469	24,939	49,877	74,816
15	2028	205,813	51,714	257,527	12,876	25,753	51,505	77,258
16	2029	212,530	53,402	265,932	13,297	26,593	53,186	79,780
17	2030	219,467	55,145	274,612	13,731	27,461	54,922	82,384
18	2031	226,632	56,946	283,578	14,179	28,358	56,716	85,073
19	2032	234,030	58,804	292,834	14,642	29,283	58,567	87,850
20	2033	241,667	60,723	302,390	15,120	30,239	60,478	90,717
21	2034	249,556	62,706	312,262	15,613	31,226	62,452	93,679
22	2035	257,701	64,752	322,453	16,123	32,245	64,491	96,736
23	2036	266,114	66,866	332,980	16,649	33,298	66,596	99,894
24	2037	274,801	69,049	343,850	17,193	34,385	68,770	103,155
25	2038	283,771	71,303	355,074	17,754	35,507	71,015	106,522
26	2039	293,032	73,630	366,662	18,333	36,666	73,332	109,999
27	2040	302,592	76,032	378,624	18,931	37,862	75,725	113,587

TRAMO SALAMANCA - CELAYA (CUOTA)

No.	AÑO	TDPA	% A	% B	EMISIONES A	EMISIONES B	REDUCIR 5%		$5/TON
1	2014	24,273	61.9	6.2	52,855.17	18,421.15	2,642.76	921.06	17,819.10
2	2015	25,066	61.9	6.2	54,581.96	19,022.97	2,729.10	951.15	18,401.25
3	2016	25,885	61.9	6.2	56,365.35	19,644.52	2,818.27	982.23	19,002.50
4	2017	26,731	61.9	6.2	58,207.54	20,286.56	2,910.38	1,014.33	19,623.55
5	2018	27,604	61.9	6.2	60,108.53	20,949.10	3,005.43	1,047.45	20,264.40
6	2019	28,506	61.9	6.2	62,072.66	21,633.64	3,103.63	1,081.68	20,926.55
7	2020	29,437	61.9	6.2	64,099.94	22,340.19	3,205.00	1,117.01	21,610.05
8	2021	30,399	61.9	6.2	66,194.72	23,070.26	3,309.74	1,153.51	22,316.25
9	2022	31,392	61.9	6.2	68,357.01	23,823.87	3,417.85	1,191.19	23,045.20
10	2023	32,418	61.9	6.2	70,591.15	24,602.51	3,529.56	1,230.13	23,798.45
11	2024	33,477	61.9	6.2	72,897.16	25,406.21	3,644.86	1,270.31	24,575.85
12	2025	34,571	61.9	6.2	75,279.37	26,236.46	3,763.97	1,311.82	25,378.95
13	2026	35,701	61.9	6.2	77,739.98	27,094.03	3,887.00	1,354.70	26,208.50
14	2027	36,868	61.9	6.2	80,281.16	27,979.69	4,014.06	1,398.98	27,065.20
15	2028	38,073	61.9	6.2	82,905.08	28,894.18	4,145.25	1,444.71	27,949.80
16	2029	39,317	61.9	6.2	85,613.93	29,838.27	4,280.70	1,491.91	28,863.05
17	2030	40,602	61.9	6.2	88,412.05	30,813.48	4,420.60	1,540.67	29,806.35
18	2031	41,929	61.9	6.2	91,301.64	31,820.56	4,565.08	1,591.03	30,780.55
19	2032	43,299	61.9	6.2	94,284.85	32,860.27	4,714.24	1,643.01	31,786.25
20	2033	44,714	61.9	6.2	97,366.06	33,934.14	4,868.30	1,696.71	32,825.05
21	2034	46,175	61.9	6.2	100,547.43	35,042.91	5,027.37	1,752.15	33,897.60
22	2035	47,684	61.9	6.2	103,833.32	36,188.12	5,191.67	1,809.41	35,005.40
23	2036	49,242	61.9	6.2	107,225.91	37,370.51	5,361.30	1,868.53	36,149.15
24	2037	50,851	61.9	6.2	110,729.56	38,591.60	5,536.48	1,929.58	37,330.30
25	2038	52,513	61.9	6.2	114,348.61	39,852.92	5,717.43	1,992.65	38,550.40
26	2039	54,229	61.9	6.2	118,085.25	41,155.22	5,904.26	2,057.76	39,810.10
27	2040	56,000	61.9	6.2	121,941.65	42,499.25	6,097.08	2,124.96	41,110.20
									753,900.00

TRAMO SALAMANCA - CELAYA (CUOTA)

No.	AÑO	REDUCIR 10%		$5/TON	REDUCIR 20%		$5/TON	REDUCIR 30%		$5/TON
1	2014	5,285.52	1,842.12	35,638.20	10,571.03	3,684.23	71,276.30	15,856.55	5,526.35	106,914.50
2	2015	5,458.20	1,902.30	36,802.50	10,916.39	3,804.59	73,604.90	16,374.59	5,706.89	110,407.40
3	2016	5,636.54	1,964.45	38,004.95	11,273.07	3,928.90	76,009.85	16,909.61	5,893.36	114,014.85
4	2017	5,820.75	2,028.66	39,247.05	11,641.51	4,057.31	78,494.10	17,462.26	6,085.97	117,741.15
5	2018	6,010.85	2,094.91	40,528.80	12,021.71	4,189.82	81,057.65	18,032.56	6,284.73	121,586.45
6	2019	6,207.27	2,163.36	41,853.15	12,414.53	4,326.73	83,706.30	18,621.80	6,490.09	125,559.45
7	2020	6,409.99	2,234.02	43,220.05	12,819.99	4,468.04	86,440.15	19,229.98	6,702.06	129,660.20
8	2021	6,619.47	2,307.03	44,632.50	13,238.94	4,614.05	89,264.95	19,858.42	6,921.08	133,897.50
9	2022	6,835.70	2,382.39	46,090.45	13,671.40	4,764.77	92,180.85	20,507.10	7,147.16	138,271.30
10	2023	7,059.12	2,460.25	47,596.85	14,118.23	4,920.50	95,193.65	21,177.35	7,380.75	142,790.50
11	2024	7,289.72	2,540.62	49,151.70	14,579.43	5,081.24	98,303.35	21,869.15	7,621.86	147,455.05
12	2025	7,527.94	2,623.65	50,757.95	15,055.87	5,247.29	101,515.80	22,583.81	7,870.94	152,273.75
13	2026	7,774.00	2,709.40	52,417.00	15,548.00	5,418.81	104,834.05	23,321.99	8,128.21	157,251.00
14	2027	8,028.12	2,797.97	54,130.45	16,056.23	5,595.94	108,260.85	24,084.35	8,393.91	162,391.30
15	2028	8,290.51	2,889.42	55,899.65	16,581.02	5,778.84	111,799.30	24,871.52	8,668.25	167,698.85
16	2029	8,561.39	2,983.83	57,726.10	17,122.79	5,967.65	115,452.20	25,684.18	8,951.48	173,178.30
17	2030	8,841.21	3,081.35	59,612.80	17,682.41	6,162.70	119,225.55	26,523.62	9,244.04	178,838.30
18	2031	9,130.16	3,182.06	61,561.10	18,260.33	6,364.11	123,122.20	27,390.49	9,546.17	184,683.30
19	2032	9,428.49	3,286.03	63,572.60	18,856.97	6,572.05	127,145.10	28,285.46	9,858.08	190,717.70
20	2033	9,736.61	3,393.41	65,650.10	19,473.21	6,786.83	131,300.20	29,209.82	10,180.24	196,950.30
21	2034	10,054.74	3,504.29	67,795.15	20,109.49	7,008.58	135,590.35	30,164.23	10,512.87	203,385.50
22	2035	10,383.33	3,618.81	70,010.70	20,766.66	7,237.62	140,021.40	31,150.00	10,856.43	210,032.15
23	2036	10,722.59	3,737.05	72,298.20	21,445.18	7,474.10	144,596.40	32,167.77	11,211.15	216,894.60
24	2037	11,072.96	3,859.16	74,660.60	22,145.91	7,718.32	149,321.15	33,218.87	11,577.48	223,981.75
25	2038	11,434.86	3,985.29	77,100.75	22,869.72	7,970.58	154,201.50	34,304.58	11,955.88	231,302.30
26	2039	11,808.52	4,115.52	79,620.20	23,617.05	8,231.04	159,240.45	35,425.57	12,346.56	238,860.65
27	2040	12,194.17	4,249.93	82,220.50	24,388.33	8,499.85	164,440.90	36,582.50	12,749.78	246,661.40
				1,507,800.05			**3,015,599.45**			**4,523,399.50**

TRAMO SALAMANCA - CELAYA (CUOTA)

ESCENARIO 1 (1 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	15,025	33,108	48,133	2,407	4,813	9,627	14,440
2	2015	15,516	34,190	49,706	2,485	4,971	9,941	14,912
3	2016	16,023	35,307	51,330	2,567	5,133	10,266	15,399
4	2017	16,546	36,461	53,007	2,650	5,301	10,601	15,902
5	2018	17,087	37,652	54,739	2,737	5,474	10,948	16,422
6	2019	17,645	38,882	56,527	2,826	5,653	11,305	16,958
7	2020	18,222	40,152	58,374	2,919	5,837	11,675	17,512
8	2021	18,817	41,464	60,281	3,014	6,028	12,056	18,084
9	2022	19,432	42,819	62,251	3,113	6,225	12,450	18,675
10	2023	20,067	44,218	64,285	3,214	6,429	12,857	19,286
11	2024	20,722	45,663	66,385	3,319	6,639	13,277	19,916
12	2025	21,399	47,155	68,554	3,428	6,855	13,711	20,566
13	2026	22,099	48,696	70,795	3,540	7,080	14,159	21,239
14	2027	22,821	50,288	73,109	3,655	7,311	14,622	21,933
15	2028	23,567	51,932	75,499	3,775	7,550	15,100	22,650
16	2029	24,337	53,628	77,965	3,898	7,797	15,593	23,390
17	2030	25,133	55,381	80,514	4,026	8,051	16,103	24,154
18	2031	25,954	57,191	83,145	4,157	8,315	16,629	24,944
19	2032	26,802	59,060	85,862	4,293	8,586	17,172	25,759
20	2033	27,678	60,990	88,668	4,433	8,867	17,734	26,600
21	2034	28,582	62,983	91,565	4,578	9,157	18,313	27,470
22	2035	29,516	65,041	94,557	4,728	9,456	18,911	28,367
23	2036	30,481	67,166	97,647	4,882	9,765	19,529	29,294
24	2037	31,477	69,361	100,838	5,042	10,084	20,168	30,251
25	2038	32,506	71,628	104,134	5,207	10,413	20,827	31,240
26	2039	33,568	73,968	107,536	5,377	10,754	21,507	32,261
27	2040	34,664	76,384	111,048	5,552	11,105	22,210	33,314

TRAMO SALAMANCA - CELAYA (CUOTA)

ESCENARIO 2 (3 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	45,075	33,108	78,183	3,909	7,818	15,637	23,455
2	2015	46,548	34,190	80,738	4,037	8,074	16,148	24,221
3	2016	48,068	35,307	83,375	4,169	8,338	16,675	25,013
4	2017	49,639	36,461	86,100	4,305	8,610	17,220	25,830
5	2018	51,261	37,652	88,913	4,446	8,891	17,783	26,674
6	2019	52,936	38,882	91,818	4,591	9,182	18,364	27,545
7	2020	54,665	40,152	94,817	4,741	9,482	18,963	28,445
8	2021	56,451	41,464	97,915	4,896	9,792	19,583	29,375
9	2022	58,295	42,819	101,114	5,056	10,111	20,223	30,334
10	2023	60,200	44,218	104,418	5,221	10,442	20,884	31,325
11	2024	62,167	45,663	107,830	5,392	10,783	21,566	32,349
12	2025	64,198	47,155	111,353	5,568	11,135	22,271	33,406
13	2026	66,297	48,696	114,993	5,750	11,499	22,999	34,498
14	2027	68,464	50,288	118,752	5,938	11,875	23,750	35,626
15	2028	70,702	51,932	122,634	6,132	12,263	24,527	36,790
16	2029	73,012	53,628	126,640	6,332	12,664	25,328	37,992
17	2030	75,398	55,381	130,779	6,539	13,078	26,156	39,234
18	2031	77,862	57,191	135,053	6,753	13,505	27,011	40,516
19	2032	80,406	59,060	139,466	6,973	13,947	27,893	41,840
20	2033	83,034	60,990	144,024	7,201	14,402	28,805	43,207
21	2034	85,747	62,983	148,730	7,437	14,873	29,746	44,619
22	2035	88,549	65,041	153,590	7,680	15,359	30,718	46,077
23	2036	91,442	67,166	158,608	7,930	15,861	31,722	47,582
24	2037	94,430	69,361	163,791	8,190	16,379	32,758	49,137
25	2038	97,517	71,628	169,145	8,457	16,915	33,829	50,744
26	2039	100,703	73,968	174,671	8,734	17,467	34,934	52,401
27	2040	103,992	76,384	180,376	9,019	18,038	36,075	54,113

TRAMO SALAMANCA - CELAYA (CUOTA)
ESCENARIO 3 (4 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	60,100	33,108	93,208	4,660	9,321	18,642	27,962
2	2015	62,063	34,190	96,253	4,813	9,625	19,251	28,876
3	2016	64,091	35,307	99,398	4,970	9,940	19,880	29,819
4	2017	66,186	36,461	102,647	5,132	10,265	20,529	30,794
5	2018	68,348	37,652	106,000	5,300	10,600	21,200	31,800
6	2019	70,581	38,882	109,463	5,473	10,946	21,893	32,839
7	2020	72,886	40,152	113,038	5,652	11,304	22,608	33,911
8	2021	75,268	41,464	116,732	5,837	11,673	23,346	35,020
9	2022	77,727	42,819	120,546	6,027	12,055	24,109	36,164
10	2023	80,267	44,218	124,485	6,224	12,449	24,897	37,346
11	2024	82,889	45,663	128,552	6,428	12,855	25,710	38,566
12	2025	85,598	47,155	132,753	6,638	13,275	26,551	39,826
13	2026	88,396	48,696	137,092	6,855	13,709	27,418	41,128
14	2027	91,285	50,288	141,573	7,079	14,157	28,315	42,472
15	2028	94,269	51,932	146,201	7,310	14,620	29,240	43,860
16	2029	97,349	53,628	150,977	7,549	15,098	30,195	45,293
17	2030	100,531	55,381	155,912	7,796	15,591	31,182	46,774
18	2031	103,816	57,191	161,007	8,050	16,101	32,201	48,302
19	2032	107,208	59,060	166,268	8,313	16,627	33,254	49,880
20	2033	110,712	60,990	171,702	8,585	17,170	34,340	51,511
21	2034	114,329	62,983	177,312	8,866	17,731	35,462	53,194
22	2035	118,066	65,041	183,107	9,155	18,311	36,621	54,932
23	2036	121,923	67,166	189,089	9,454	18,909	37,818	56,727
24	2037	125,907	69,361	195,268	9,763	19,527	39,054	58,580
25	2038	130,022	71,628	201,650	10,083	20,165	40,330	60,495
26	2039	134,271	73,968	208,239	10,412	20,824	41,648	62,472
27	2040	138,656	76,384	215,040	10,752	21,504	43,008	64,512

TRAMO LIBRAMIENTO DE CELAYA (CUOTA)

ESCENARIO 1 (1 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	3,739	9,119	12,858	643	1,286	2,572	3,857
2	2015	3,843	9,372	13,215	661	1,322	2,643	3,965
3	2016	3,950	9,633	13,583	679	1,358	2,717	4,075
4	2017	4,060	9,901	13,961	698	1,396	2,792	4,188
5	2018	4,173	10,176	14,349	717	1,435	2,870	4,305
6	2019	4,289	10,459	14,748	737	1,475	2,950	4,424
7	2020	4,408	10,749	15,157	758	1,516	3,031	4,547
8	2021	4,530	11,048	15,578	779	1,558	3,116	4,673
9	2022	4,656	11,355	16,011	801	1,601	3,202	4,803
10	2023	4,786	11,672	16,458	823	1,646	3,292	4,937
11	2024	4,919	11,996	16,915	846	1,692	3,383	5,075
12	2025	5,056	12,330	17,386	869	1,739	3,477	5,216
13	2026	5,197	12,674	17,871	894	1,787	3,574	5,361
14	2027	5,342	13,026	18,368	918	1,837	3,674	5,510
15	2028	5,490	13,388	18,878	944	1,888	3,776	5,663
16	2029	5,643	13,760	19,403	970	1,940	3,881	5,821
17	2030	5,799	14,143	19,942	997	1,994	3,988	5,983
18	2031	5,961	14,537	20,498	1,025	2,050	4,100	6,149
19	2032	6,127	14,941	21,068	1,053	2,107	4,214	6,320
20	2033	6,297	15,357	21,654	1,083	2,165	4,331	6,496
21	2034	6,472	15,784	22,256	1,113	2,226	4,451	6,677
22	2035	6,653	16,223	22,876	1,144	2,288	4,575	6,863
23	2036	6,838	16,675	23,513	1,176	2,351	4,703	7,054
24	2037	7,028	17,140	24,168	1,208	2,417	4,834	7,250
25	2038	7,224	17,616	24,840	1,242	2,484	4,968	7,452
26	2039	7,425	18,106	25,531	1,277	2,553	5,106	7,659
27	2040	7,632	18,612	26,244	1,312	2,624	5,249	7,873

TRAMO LIBRAMIENTO DE CELAYA (CUOTA)

No.	AÑO	TDPA	% A	% B	EMISIONES A	EMISIONES B	REDUCIR 5%		$5/TON
1	2014	8,819	42.4	4.7	5,955.50	2,538.65	297.78	126.93	2,123.55
2	2015	9,064	42.4	4.7	6,120.95	2,609.18	306.05	130.46	2,182.55
3	2016	9,316	42.4	4.7	6,291.13	2,681.72	314.56	134.09	2,243.25
4	2017	9,575	42.4	4.7	6,466.03	2,756.27	323.30	137.81	2,305.55
5	2018	9,841	42.4	4.7	6,645.66	2,832.84	332.28	141.64	2,369.60
6	2019	10,115	42.4	4.7	6,830.69	2,911.72	341.53	145.59	2,435.60
7	2020	10,396	42.4	4.7	7,020.45	2,992.61	351.02	149.63	2,503.25
8	2021	10,685	42.4	4.7	7,215.62	3,075.80	360.78	153.79	2,572.85
9	2022	10,982	42.4	4.7	7,416.18	3,161.29	370.81	158.06	2,644.35
10	2023	11,288	42.4	4.7	7,622.82	3,249.38	381.14	162.47	2,718.05
11	2024	11,602	42.4	4.7	7,834.87	3,339.77	391.74	166.99	2,793.65
12	2025	11,925	42.4	4.7	8,052.99	3,432.75	402.65	171.64	2,871.45
13	2026	12,257	42.4	4.7	8,277.19	3,528.32	413.86	176.42	2,951.40
14	2027	12,598	42.4	4.7	8,507.47	3,626.48	425.37	181.32	3,033.45
15	2028	12,948	42.4	4.7	8,743.83	3,727.23	437.19	186.36	3,117.75
16	2029	13,308	42.4	4.7	8,986.94	3,830.86	449.35	191.54	3,204.45
17	2030	13,678	42.4	4.7	9,236.80	3,937.37	461.84	196.87	3,293.55
18	2031	14,059	42.4	4.7	9,494.09	4,047.04	474.70	202.35	3,385.25
19	2032	14,450	42.4	4.7	9,758.13	4,159.60	487.91	207.98	3,479.45
20	2033	14,852	42.4	4.7	10,029.60	4,275.32	501.48	213.77	3,576.25
21	2034	15,265	42.4	4.7	10,308.51	4,394.20	515.43	219.71	3,675.70
22	2035	15,690	42.4	4.7	10,595.51	4,516.55	529.78	225.83	3,778.05
23	2036	16,127	42.4	4.7	10,890.62	4,642.34	544.53	232.12	3,883.25
24	2037	16,576	42.4	4.7	11,193.83	4,771.59	559.69	238.58	3,991.35
25	2038	17,037	42.4	4.7	11,505.14	4,904.30	575.26	245.21	4,102.35
26	2039	17,511	42.4	4.7	11,825.24	5,040.74	591.26	252.04	4,216.50
27	2040	18,000	42.4	4.7	12,155.46	5,181.51	607.77	259.08	4,334.25
									83,786.70

TRAMO LIBRAMIENTO DE CELAYA (CUOTA)

No.	AÑO	REDUCIR 10%		$5/TON	REDUCIR 20%		$5/TON	REDUCIR 30%		$5/TON
1	2014	595.55	253.87	4,247.10	1,191.10	507.73	8,494.15	1,786.65	761.60	12,741.25
2	2015	612.09	260.92	4,365.05	1,224.19	521.84	8,730.15	1,836.28	782.75	13,095.15
3	2016	629.11	268.17	4,486.40	1,258.23	536.34	8,972.85	1,887.34	804.52	13,459.30
4	2017	646.60	275.63	4,611.15	1,293.21	551.25	9,222.30	1,939.81	826.88	13,833.45
5	2018	664.57	283.28	4,739.25	1,329.13	566.57	9,478.50	1,993.70	849.85	14,217.75
6	2019	683.07	291.17	4,871.20	1,366.14	582.34	9,742.40	2,049.21	873.52	14,613.65
7	2020	702.05	299.26	5,006.55	1,404.09	598.52	10,013.05	2,106.14	897.78	15,019.60
8	2021	721.56	307.58	5,145.70	1,443.12	615.16	10,291.40	2,164.68	922.74	15,437.10
9	2022	741.62	316.13	5,288.75	1,483.24	632.26	10,577.50	2,224.85	948.39	15,866.20
10	2023	762.28	324.94	5,436.10	1,524.56	649.88	10,872.20	2,286.85	974.81	16,308.30
11	2024	783.49	333.98	5,587.35	1,566.97	667.95	11,174.60	2,350.46	1,001.93	16,761.95
12	2025	805.30	343.27	5,742.85	1,610.60	686.55	11,485.75	2,415.90	1,029.82	17,228.60
13	2026	827.72	352.83	5,902.75	1,655.44	705.66	11,805.50	2,483.16	1,058.50	17,708.30
14	2027	850.75	362.65	6,067.00	1,701.49	725.30	12,133.95	2,552.24	1,087.94	18,200.90
15	2028	874.38	372.72	6,235.50	1,748.77	745.45	12,471.10	2,623.15	1,118.17	18,706.60
16	2029	898.69	383.09	6,408.90	1,797.39	766.17	12,817.80	2,696.08	1,149.26	19,226.70
17	2030	923.68	393.74	6,587.10	1,847.36	787.47	13,174.15	2,771.04	1,181.21	19,761.25
18	2031	949.41	404.70	6,770.55	1,898.82	809.41	13,541.15	2,848.23	1,214.11	20,311.70
19	2032	975.81	415.96	6,958.85	1,951.63	831.92	13,917.75	2,927.44	1,247.88	20,876.60
20	2033	1,002.96	427.53	7,152.45	2,005.92	855.06	14,304.90	3,008.88	1,282.60	21,457.40
21	2034	1,030.85	439.42	7,351.35	2,061.70	878.84	14,702.70	3,092.55	1,318.26	22,054.05
22	2035	1,059.55	451.65	7,556.00	2,119.10	903.31	15,112.05	3,178.65	1,354.96	22,668.05
23	2036	1,089.06	464.23	7,766.45	2,178.12	928.47	15,532.95	3,267.19	1,392.70	23,299.45
24	2037	1,119.38	477.16	7,982.70	2,238.77	954.32	15,965.45	3,358.15	1,431.48	23,948.15
25	2038	1,150.51	490.43	8,204.70	2,301.03	980.86	16,409.45	3,451.54	1,471.29	24,614.15
26	2039	1,182.52	504.07	8,432.95	2,365.05	1,008.15	16,866.00	3,547.57	1,512.22	25,298.95
27	2040	1,215.55	518.15	8,668.50	2,431.09	1,036.30	17,336.95	3,646.64	1,554.45	26,005.45
				167,573.20			**335,146.70**			**502,720.00**

TRAMO LIBRAMIENTO DE CELAYA (CUOTA)
ESCENARIO 2 (3 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	11,218	9,119	20,337	1,017	2,034	4,067	6,101
2	2015	11,529	9,372	20,901	1,045	2,090	4,180	6,270
3	2016	11,850	9,633	21,483	1,074	2,148	4,297	6,445
4	2017	12,179	9,901	22,080	1,104	2,208	4,416	6,624
5	2018	12,518	10,176	22,694	1,135	2,269	4,539	6,808
6	2019	12,866	10,459	23,325	1,166	2,333	4,665	6,998
7	2020	13,224	10,749	23,973	1,199	2,397	4,795	7,192
8	2021	13,591	11,048	24,639	1,232	2,464	4,928	7,392
9	2022	13,969	11,355	25,324	1,266	2,532	5,065	7,597
10	2023	14,358	11,672	26,030	1,302	2,603	5,206	7,809
11	2024	14,758	11,996	26,754	1,338	2,675	5,351	8,026
12	2025	15,169	12,330	27,499	1,375	2,750	5,500	8,250
13	2026	15,591	12,674	28,265	1,413	2,827	5,653	8,480
14	2027	16,025	13,026	29,051	1,453	2,905	5,810	8,715
15	2028	16,470	13,388	29,858	1,493	2,986	5,972	8,957
16	2029	16,928	13,760	30,688	1,534	3,069	6,138	9,206
17	2030	17,398	14,143	31,541	1,577	3,154	6,308	9,462
18	2031	17,883	14,537	32,420	1,621	3,242	6,484	9,726
19	2032	18,380	14,941	33,321	1,666	3,332	6,664	9,996
20	2033	18,892	15,357	34,249	1,712	3,425	6,850	10,275
21	2034	19,417	15,784	35,201	1,760	3,520	7,040	10,560
22	2035	19,958	16,223	36,181	1,809	3,618	7,236	10,854
23	2036	20,514	16,675	37,189	1,859	3,719	7,438	11,157
24	2037	21,085	17,140	38,225	1,911	3,823	7,645	11,468
25	2038	21,671	17,616	39,287	1,964	3,929	7,857	11,786
26	2039	22,274	18,106	40,380	2,019	4,038	8,076	12,114
27	2040	22,896	18,612	41,508	2,075	4,151	8,302	12,452

TRAMO LIBRAMIENTO DE CELAYA (CUOTA)
ESCENARIO 3 (4 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	14,957	9,119	24,076	1,204	2,408	4,815	7,223
2	2015	15,373	9,372	24,745	1,237	2,475	4,949	7,424
3	2016	15,800	9,633	25,433	1,272	2,543	5,087	7,630
4	2017	16,239	9,901	26,140	1,307	2,614	5,228	7,842
5	2018	16,690	10,176	26,866	1,343	2,687	5,373	8,060
6	2019	17,155	10,459	27,614	1,381	2,761	5,523	8,284
7	2020	17,632	10,749	28,381	1,419	2,838	5,676	8,514
8	2021	18,122	11,048	29,170	1,459	2,917	5,834	8,751
9	2022	18,625	11,355	29,980	1,499	2,998	5,996	8,994
10	2023	19,144	11,672	30,816	1,541	3,082	6,163	9,245
11	2024	19,677	11,996	31,673	1,584	3,167	6,335	9,502
12	2025	20,225	12,330	32,555	1,628	3,256	6,511	9,767
13	2026	20,788	12,674	33,462	1,673	3,346	6,692	10,039
14	2027	21,366	13,026	34,392	1,720	3,439	6,878	10,318
15	2028	21,960	13,388	35,348	1,767	3,535	7,070	10,604
16	2029	22,570	13,760	36,330	1,817	3,633	7,266	10,899
17	2030	23,198	14,143	37,341	1,867	3,734	7,468	11,202
18	2031	23,844	14,537	38,381	1,919	3,838	7,676	11,514
19	2032	24,507	14,941	39,448	1,972	3,945	7,890	11,834
20	2033	25,189	15,357	40,546	2,027	4,055	8,109	12,164
21	2034	25,889	15,784	41,673	2,084	4,167	8,335	12,502
22	2035	26,610	16,223	42,833	2,142	4,283	8,567	12,850
23	2036	27,351	16,675	44,026	2,201	4,403	8,805	13,208
24	2037	28,113	17,140	45,253	2,263	4,525	9,051	13,576
25	2038	28,895	17,616	46,511	2,326	4,651	9,302	13,953
26	2039	29,699	18,106	47,805	2,390	4,781	9,561	14,342
27	2040	30,528	18,612	49,140	2,457	4,914	9,828	14,742

*

TRAMO CELAYA - QUERETARO

TRAMO CELAYA - QUERETARO

No.	AÑO	REDUCIR 10%		$5/TON	REDUCIR 20%		$5/TON	REDUCIR 30%		$5/TON
1	2014	8,056.31	1,082.98	45,696.45	16,112.61	2,165.96	91,392.85	24,168.92	3,248.94	137,089.30
2	2015	8,277.12	1,112.66	46,948.90	16,554.23	2,225.33	93,897.80	24,831.35	3,337.99	140,846.70
3	2016	8,504.16	1,143.18	48,236.70	17,008.33	2,286.37	96,473.50	25,512.49	3,429.55	144,710.20
4	2017	8,737.45	1,174.54	49,559.95	17,474.90	2,349.09	99,119.95	26,212.36	3,523.63	148,679.95
5	2018	8,976.98	1,206.74	50,918.60	17,953.96	2,413.49	101,837.25	26,930.94	3,620.23	152,755.85
6	2019	9,223.02	1,239.82	52,314.20	18,446.03	2,479.63	104,628.30	27,669.05	3,719.45	156,942.50
7	2020	9,475.84	1,273.80	53,748.20	18,951.67	2,547.60	107,496.35	28,427.51	3,821.41	161,244.60
8	2021	9,735.71	1,308.74	55,222.25	19,471.42	2,617.47	110,444.45	29,207.13	3,926.21	165,666.70
9	2022	10,002.63	1,344.62	56,736.25	20,005.27	2,689.24	113,472.55	30,007.90	4,033.85	170,208.75
10	2023	10,276.88	1,381.48	58,291.80	20,553.77	2,762.97	116,583.70	30,830.65	4,144.45	174,875.50
11	2024	10,558.73	1,419.37	59,890.50	21,117.45	2,838.74	119,780.95	31,676.18	4,258.11	179,671.45
12	2025	10,848.17	1,458.28	61,532.25	21,696.33	2,916.56	123,064.45	32,544.50	4,374.84	184,596.70
13	2026	11,145.47	1,498.25	63,218.60	22,290.95	2,996.49	126,437.20	33,436.42	4,494.74	189,655.80
14	2027	11,450.92	1,539.31	64,951.15	22,901.84	3,078.61	129,902.25	34,352.76	4,617.92	194,853.40
15	2028	11,764.77	1,581.50	66,731.35	23,529.54	3,162.99	133,462.65	35,294.32	4,744.49	200,194.05
16	2029	12,087.31	1,624.85	68,560.80	24,174.61	3,249.71	137,121.60	36,261.92	4,874.56	205,682.40
17	2030	12,418.79	1,669.41	70,441.00	24,837.59	3,338.83	140,882.10	37,256.38	5,008.24	211,323.10
18	2031	12,759.23	1,715.18	72,372.05	25,518.46	3,430.35	144,744.05	38,277.69	5,145.53	217,116.10
19	2032	13,109.16	1,762.22	74,356.90	26,218.33	3,524.43	148,713.80	39,327.49	5,286.65	223,070.70
20	2033	13,468.59	1,810.53	76,395.60	26,937.18	3,621.07	152,791.25	40,405.77	5,431.60	229,186.85
21	2034	13,837.78	1,860.16	78,489.70	27,675.56	3,720.33	156,979.45	41,513.34	5,580.49	235,469.15
22	2035	14,217.28	1,911.18	80,642.30	28,434.56	3,822.36	161,284.60	42,651.84	5,733.53	241,926.85
23	2036	14,607.09	1,963.58	82,853.35	29,214.18	3,927.16	165,706.70	43,821.27	5,890.73	248,560.00
24	2037	15,007.48	2,017.40	85,124.40	30,014.95	4,034.80	170,248.75	45,022.43	6,052.20	255,373.15
25	2038	15,418.99	2,072.72	87,458.55	30,837.97	4,145.44	174,917.05	46,256.96	6,218.16	262,375.60
26	2039	15,841.62	2,129.53	89,855.75	31,683.23	4,259.06	179,711.45	47,524.85	6,388.59	269,567.20
27	2040	16,275.91	2,187.91	92,319.10	32,551.83	4,375.82	184,638.25	48,827.74	6,563.74	276,957.40
				1,792,866.65			**3,585,733.25**			**5,378,599.95**

TRAMO CELAYA - QUERETARO

ESCENARIO 1 (1 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	21,740	15,681	37,421	1,871	3,742	7,484	11,226
2	2015	22,336	16,111	38,447	1,922	3,845	7,689	11,534
3	2016	22,948	16,553	39,501	1,975	3,950	7,900	11,850
4	2017	23,578	17,007	40,585	2,029	4,059	8,117	12,176
5	2018	24,224	17,473	41,697	2,085	4,170	8,339	12,509
6	2019	24,888	17,952	42,840	2,142	4,284	8,568	12,852
7	2020	25,570	18,444	44,014	2,201	4,401	8,803	13,204
8	2021	26,271	18,950	45,221	2,261	4,522	9,044	13,566
9	2022	26,992	19,469	46,461	2,323	4,646	9,292	13,938
10	2023	27,732	20,003	47,735	2,387	4,774	9,547	14,321
11	2024	28,492	20,552	49,044	2,452	4,904	9,809	14,713
12	2025	29,273	21,115	50,388	2,519	5,039	10,078	15,116
13	2026	30,076	21,694	51,770	2,589	5,177	10,354	15,531
14	2027	30,900	22,288	53,188	2,659	5,319	10,638	15,956
15	2028	31,747	22,899	54,646	2,732	5,465	10,929	16,394
16	2029	32,617	23,527	56,144	2,807	5,614	11,229	16,843
17	2030	33,512	24,172	57,684	2,884	5,768	11,537	17,305
18	2031	34,430	24,835	59,265	2,963	5,927	11,853	17,780
19	2032	35,375	25,516	60,891	3,045	6,089	12,178	18,267
20	2033	36,345	26,216	62,561	3,128	6,256	12,512	18,768
21	2034	37,341	26,934	64,275	3,214	6,428	12,855	19,283
22	2035	38,365	27,673	66,038	3,302	6,604	13,208	19,811
23	2036	39,417	28,432	67,849	3,392	6,785	13,570	20,355
24	2037	40,497	29,211	69,708	3,485	6,971	13,942	20,912
25	2038	41,608	30,012	71,620	3,581	7,162	14,324	21,486
26	2039	42,748	30,835	73,583	3,679	7,358	14,717	22,075
27	2040	43,920	31,680	75,600	3,780	7,560	15,120	22,680

TRAMO CELAYA - QUERETARO

ESCENARIO 3 (4 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	86,959	15,681	102,640	5,132	10,264	20,528	30,792
2	2015	89,342	16,111	105,453	5,273	10,545	21,091	31,636
3	2016	91,793	16,553	108,346	5,417	10,835	21,669	32,504
4	2017	94,311	17,007	111,318	5,566	11,132	22,264	33,395
5	2018	96,896	17,473	114,369	5,718	11,437	22,874	34,311
6	2019	99,552	17,952	117,504	5,875	11,750	23,501	35,251
7	2020	102,281	18,444	120,725	6,036	12,073	24,145	36,218
8	2021	105,086	18,950	124,036	6,202	12,404	24,807	37,211
9	2022	107,967	19,469	127,436	6,372	12,744	25,487	38,231
10	2023	110,927	20,003	130,930	6,547	13,093	26,186	39,279
11	2024	113,969	20,552	134,521	6,726	13,452	26,904	40,356
12	2025	117,094	21,115	138,209	6,910	13,821	27,642	41,463
13	2026	120,303	21,694	141,997	7,100	14,200	28,399	42,599
14	2027	123,600	22,288	145,888	7,294	14,589	29,178	43,766
15	2028	126,987	22,899	149,886	7,494	14,989	29,977	44,966
16	2029	130,469	23,527	153,996	7,700	15,400	30,799	46,199
17	2030	134,047	24,172	158,219	7,911	15,822	31,644	47,466
18	2031	137,721	24,835	162,556	8,128	16,256	32,511	48,767
19	2032	141,499	25,516	167,015	8,351	16,702	33,403	50,105
20	2033	145,378	26,216	171,594	8,580	17,159	34,319	51,478
21	2034	149,363	26,934	176,297	8,815	17,630	35,259	52,889
22	2035	153,459	27,673	181,132	9,057	18,113	36,226	54,340
23	2036	157,667	28,432	186,099	9,305	18,610	37,220	55,830
24	2037	161,989	29,211	191,200	9,560	19,120	38,240	57,360
25	2038	166,430	30,012	196,442	9,822	19,644	39,288	58,933
26	2039	170,992	30,835	201,827	10,091	20,183	40,365	60,548
27	2040	175,680	31,680	207,360	10,368	20,736	41,472	62,208

TRAMO CELAYA - QUERETARO (CUOTA)

No.	AÑO	TDPA	% A	% B	EMISIONES A	EMISIONES B	REDUCIR 5%		$5/TON
1	2014	32,875	68.7	4.2	94,572.69	15,618.17	4,728.63	780.91	27,547.70
2	2015	33,807	68.7	4.2	97,253.81	16,060.94	4,862.69	803.05	28,328.70
3	2016	34,765	68.7	4.2	100,009.72	16,516.07	5,000.49	825.80	29,131.45
4	2017	35,751	68.7	4.2	102,846.18	16,984.49	5,142.31	849.22	29,957.65
5	2018	36,764	68.7	4.2	105,760.31	17,465.75	5,288.02	873.29	30,806.55
6	2019	37,806	68.7	4.2	108,757.87	17,960.78	5,437.89	898.04	31,679.65
7	2020	38,878	68.7	4.2	111,841.73	18,470.06	5,592.09	923.50	32,577.95
8	2021	39,980	68.7	4.2	115,011.90	18,993.60	5,750.59	949.68	33,501.35
9	2022	41,113	68.7	4.2	118,271.24	19,531.86	5,913.56	976.59	34,450.75
10	2023	42,278	68.7	4.2	121,622.63	20,085.32	6,081.13	1,004.27	35,427.00
11	2024	43,476	68.7	4.2	125,068.96	20,654.47	6,253.45	1,032.72	36,430.85
12	2025	44,708	68.7	4.2	128,613.10	21,239.76	6,430.66	1,061.99	37,463.25
13	2026	45,975	68.7	4.2	132,257.93	21,841.68	6,612.90	1,092.08	38,524.90
14	2027	47,278	68.7	4.2	136,006.31	22,460.71	6,800.32	1,123.04	39,616.80
15	2028	48,618	68.7	4.2	139,861.14	23,097.31	6,993.06	1,154.87	40,739.65
16	2029	49,996	68.7	4.2	143,825.28	23,751.97	7,191.26	1,187.60	41,894.30
17	2030	51,413	68.7	4.2	147,901.62	24,425.16	7,395.08	1,221.26	43,081.70
18	2031	52,870	68.7	4.2	152,093.02	25,117.34	7,604.65	1,255.87	44,302.60
19	2032	54,369	68.7	4.2	156,405.25	25,829.48	7,820.26	1,291.47	45,558.65
20	2033	55,910	68.7	4.2	160,838.30	26,561.58	8,041.91	1,328.08	46,849.95
21	2034	57,495	68.7	4.2	165,397.92	27,314.58	8,269.90	1,365.73	48,178.15
22	2035	59,125	68.7	4.2	170,087.00	28,088.95	8,504.35	1,404.45	49,544.00
23	2036	60,801	68.7	4.2	174,908.41	28,885.18	8,745.42	1,444.26	50,948.40
24	2037	62,525	68.7	4.2	179,867.90	29,704.22	8,993.40	1,485.21	52,393.05
25	2038	64,297	68.7	4.2	184,965.48	30,546.05	9,248.27	1,527.30	53,877.85
26	2039	66,120	68.7	4.2	190,209.77	31,412.12	9,510.49	1,570.61	55,405.50
27	2040	68,000	68.7	4.2	195,618.03	32,305.26	9,780.90	1,615.26	56,980.80
									1,095,199.15

TRAMO CELAYA - QUERETARO

ESCENARIO 2 (3 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	65,219	15,681	80,900	4,045	8,090	16,180	24,270
2	2015	67,007	16,111	83,118	4,156	8,312	16,624	24,935
3	2016	68,845	16,553	85,398	4,270	8,540	17,080	25,619
4	2017	70,733	17,007	87,740	4,387	8,774	17,548	26,322
5	2018	72,672	17,473	90,145	4,507	9,015	18,029	27,044
6	2019	74,664	17,952	92,616	4,631	9,262	18,523	27,785
7	2020	76,711	18,444	95,155	4,758	9,516	19,031	28,547
8	2021	78,814	18,950	97,764	4,888	9,776	19,553	29,329
9	2022	80,975	19,469	100,444	5,022	10,044	20,089	30,133
10	2023	83,195	20,003	103,198	5,160	10,320	20,640	30,959
11	2024	85,477	20,552	106,029	5,301	10,603	21,206	31,809
12	2025	87,820	21,115	108,935	5,447	10,894	21,787	32,681
13	2026	90,227	21,694	111,921	5,596	11,192	22,384	33,576
14	2027	92,700	22,288	114,988	5,749	11,499	22,998	34,496
15	2028	95,241	22,899	118,140	5,907	11,814	23,628	35,442
16	2029	97,852	23,527	121,379	6,069	12,138	24,276	36,414
17	2030	100,535	24,172	124,707	6,235	12,471	24,941	37,412
18	2031	103,291	24,835	128,126	6,406	12,813	25,625	38,438
19	2032	106,124	25,516	131,640	6,582	13,164	26,328	39,492
20	2033	109,034	26,216	135,250	6,763	13,525	27,050	40,575
21	2034	112,022	26,934	138,956	6,948	13,896	27,791	41,687
22	2035	115,095	27,673	142,768	7,138	14,277	28,554	42,830
23	2036	118,250	28,432	146,682	7,334	14,668	29,336	44,005
24	2037	121,492	29,211	150,703	7,535	15,070	30,141	45,211
25	2038	124,823	30,012	154,835	7,742	15,484	30,967	46,451
26	2039	128,244	30,835	159,079	7,954	15,908	31,816	47,724
27	2040	131,760	31,680	163,440	8,172	16,344	32,688	49,032

TRAMO CELAYA - QUERETARO (CUOTA)

No.	AÑO	REDUCIR 10%		$5/TON	REDUCIR 20%		$5/TON	REDUCIR 30%		$5/TON
1	2014	9,457.27	1,561.82	55,095.45	18,914.54	3,123.63	110,190.85	28,371.81	4,685.45	165,286.30
2	2015	9,725.38	1,606.09	56,657.35	19,450.76	3,212.19	113,314.75	29,176.14	4,818.28	169,972.10
3	2016	10,000.97	1,651.61	58,262.90	20,001.94	3,303.21	116,525.75	30,002.92	4,954.82	174,788.70
4	2017	10,284.62	1,698.45	59,915.35	20,569.24	3,396.90	119,830.70	30,853.85	5,095.35	179,746.00
5	2018	10,576.03	1,746.57	61,613.00	21,152.06	3,493.15	123,226.05	31,728.09	5,239.72	184,839.05
6	2019	10,875.79	1,796.08	63,359.35	21,751.57	3,592.16	126,718.65	32,627.36	5,388.23	190,077.95
7	2020	11,184.17	1,847.01	65,155.90	22,368.35	3,694.01	130,311.80	33,552.52	5,541.02	195,467.70
8	2021	11,501.19	1,899.36	67,002.75	23,002.38	3,798.72	134,005.50	34,503.57	5,698.08	201,008.25
9	2022	11,827.12	1,953.19	68,901.55	23,654.25	3,906.37	137,803.10	35,481.37	5,859.56	206,704.65
10	2023	12,162.26	2,008.53	70,853.95	24,324.53	4,017.06	141,707.95	36,486.79	6,025.60	212,561.95
11	2024	12,506.90	2,065.45	72,861.75	25,013.79	4,130.89	145,723.40	37,520.69	6,196.34	218,585.15
12	2025	12,861.31	2,123.98	74,926.45	25,722.62	4,247.95	149,852.85	38,583.93	6,371.93	224,779.30
13	2026	13,225.79	2,184.17	77,049.80	26,451.59	4,368.34	154,099.65	39,677.38	6,552.51	231,149.45
14	2027	13,600.63	2,246.07	79,233.50	27,201.26	4,492.14	158,467.00	40,801.89	6,738.21	237,700.50
15	2028	13,986.11	2,309.73	81,479.20	27,972.23	4,619.46	162,958.45	41,958.34	6,929.19	244,437.65
16	2029	14,382.53	2,375.20	83,788.65	28,765.06	4,750.39	167,577.25	43,147.58	7,125.59	251,365.85
17	2030	14,790.16	2,442.52	86,163.40	29,580.32	4,885.03	172,326.75	44,370.48	7,327.55	258,490.15
18	2031	15,209.30	2,511.73	88,605.15	30,418.60	5,023.47	177,210.35	45,627.91	7,535.20	265,815.55
19	2032	15,640.52	2,582.95	91,117.35	31,281.05	5,165.90	182,234.75	46,921.57	7,748.85	273,352.10
20	2033	16,083.83	2,656.16	93,699.95	32,167.66	5,312.32	187,399.90	48,251.49	7,968.47	281,099.80
21	2034	16,539.79	2,731.46	96,356.25	33,079.58	5,462.92	192,712.50	49,619.38	8,194.37	289,068.75
22	2035	17,008.70	2,808.90	99,088.00	34,017.40	5,617.79	198,175.95	51,026.10	8,426.69	297,263.95
23	2036	17,490.84	2,888.52	101,896.80	34,981.68	5,777.04	203,793.60	52,472.52	8,665.55	305,690.35
24	2037	17,986.79	2,970.42	104,786.05	35,973.58	5,940.84	209,572.10	53,960.37	8,911.26	314,358.15
25	2038	18,496.55	3,054.61	107,755.80	36,993.10	6,109.21	215,511.55	55,489.64	9,163.82	323,267.30
26	2039	19,020.98	3,141.21	110,810.95	38,041.95	6,282.42	221,621.85	57,062.93	9,423.64	332,432.85
27	2040	19,561.80	3,230.53	113,961.65	39,123.61	6,461.05	227,923.30	58,685.41	9,691.58	341,884.95
				2,190,398.25			**4,380,796.30**			**6,571,194.45**

TRAMO CELAYA - QUERETARO (CUOTA)
ESCENARIO 2 (3 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	67,755	30,377	98,132	4,907	9,813	19,626	29,440
2	2015	69,676	31,238	100,914	5,046	10,091	20,183	30,274
3	2016	71,651	32,123	103,774	5,189	10,377	20,755	31,132
4	2017	73,683	33,034	106,717	5,336	10,672	21,343	32,015
5	2018	75,771	33,970	109,741	5,487	10,974	21,948	32,922
6	2019	77,918	34,933	112,851	5,643	11,285	22,570	33,855
7	2020	80,128	35,923	116,051	5,803	11,605	23,210	34,815
8	2021	82,399	36,942	119,341	5,967	11,934	23,868	35,802
9	2022	84,734	37,988	122,722	6,136	12,272	24,544	36,817
10	2023	87,135	39,065	126,200	6,310	12,620	25,240	37,860
11	2024	89,604	40,172	129,776	6,489	12,978	25,955	38,933
12	2025	92,143	41,310	133,453	6,673	13,345	26,691	40,036
13	2026	94,754	42,481	137,235	6,862	13,724	27,447	41,171
14	2027	97,440	43,685	141,125	7,056	14,113	28,225	42,338
15	2028	100,202	44,923	145,125	7,256	14,513	29,025	43,538
16	2029	103,042	46,196	149,238	7,462	14,924	29,848	44,771
17	2030	105,962	47,506	153,468	7,673	15,347	30,694	46,040
18	2031	108,965	48,852	157,817	7,891	15,782	31,563	47,345
19	2032	112,055	50,237	162,292	8,115	16,229	32,458	48,688
20	2033	115,231	51,661	166,892	8,345	16,689	33,378	50,068
21	2034	118,497	53,125	171,622	8,581	17,162	34,324	51,487
22	2035	121,857	54,632	176,489	8,824	17,649	35,298	52,947
23	2036	125,311	56,180	181,491	9,075	18,149	36,298	54,447
24	2037	128,864	57,773	186,637	9,332	18,664	37,327	55,991
25	2038	132,516	59,410	191,926	9,596	19,193	38,385	57,578
26	2039	136,273	61,095	197,368	9,868	19,737	39,474	59,210
27	2040	140,148	62,832	202,980	10,149	20,298	40,596	60,894

TRAMO CELAYA - QUERETARO (CUOTA)

ESCENARIO 1 (1 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	22,585	30,377	52,962	2,648	5,296	10,592	15,889
2	2015	23,225	31,238	54,463	2,723	5,446	10,893	16,339
3	2016	23,884	32,123	56,007	2,800	5,601	11,201	16,802
4	2017	24,561	33,034	57,595	2,880	5,760	11,519	17,279
5	2018	25,257	33,970	59,227	2,961	5,923	11,845	17,768
6	2019	25,973	34,933	60,906	3,045	6,091	12,181	18,272
7	2020	26,709	35,923	62,632	3,132	6,263	12,526	18,790
8	2021	27,466	36,942	64,408	3,220	6,441	12,882	19,322
9	2022	28,245	37,988	66,233	3,312	6,623	13,247	19,870
10	2023	29,045	39,065	68,110	3,406	6,811	13,622	20,433
11	2024	29,868	40,172	70,040	3,502	7,004	14,008	21,012
12	2025	30,714	41,310	72,024	3,601	7,202	14,405	21,607
13	2026	31,585	42,481	74,066	3,703	7,407	14,813	22,220
14	2027	32,480	43,685	76,165	3,808	7,617	15,233	22,850
15	2028	33,401	44,923	78,324	3,916	7,832	15,665	23,497
16	2029	34,347	46,196	80,543	4,027	8,054	16,109	24,163
17	2030	35,321	47,506	82,827	4,141	8,283	16,565	24,848
18	2031	36,322	48,852	85,174	4,259	8,517	17,035	25,552
19	2032	37,352	50,237	87,589	4,379	8,759	17,518	26,277
20	2033	38,410	51,661	90,071	4,504	9,007	18,014	27,021
21	2034	39,499	53,125	92,624	4,631	9,262	18,525	27,787
22	2035	40,619	54,632	95,251	4,763	9,525	19,050	28,575
23	2036	41,770	56,180	97,950	4,898	9,795	19,590	29,385
24	2037	42,955	57,773	100,728	5,036	10,073	20,146	30,218
25	2038	44,172	59,410	103,582	5,179	10,358	20,716	31,075
26	2039	45,424	61,095	106,519	5,326	10,652	21,304	31,956
27	2040	46,716	62,832	109,548	5,477	10,955	21,910	32,864

TRAMO CELAYA - QUERETARO (CUOTA)
ESCENARIO 3 (4 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	90,341	30,377	120,718	6,036	12,072	24,144	36,215
2	2015	92,902	31,238	124,140	6,207	12,414	24,828	37,242
3	2016	95,534	32,123	127,657	6,383	12,766	25,531	38,297
4	2017	98,244	33,034	131,278	6,564	13,128	26,256	39,383
5	2018	101,027	33,970	134,997	6,750	13,500	26,999	40,499
6	2019	103,891	34,933	138,824	6,941	13,882	27,765	41,647
7	2020	106,837	35,923	142,760	7,138	14,276	28,552	42,828
8	2021	109,865	36,942	146,807	7,340	14,681	29,361	44,042
9	2022	112,979	37,988	150,967	7,548	15,097	30,193	45,290
10	2023	116,180	39,065	155,245	7,762	15,525	31,049	46,574
11	2024	119,472	40,172	159,644	7,982	15,964	31,929	47,893
12	2025	122,858	41,310	164,168	8,208	16,417	32,834	49,250
13	2026	126,339	42,481	168,820	8,441	16,882	33,764	50,646
14	2027	129,920	43,685	173,605	8,680	17,361	34,721	52,082
15	2028	133,602	44,923	178,525	8,926	17,853	35,705	53,558
16	2029	137,389	46,196	183,585	9,179	18,359	36,717	55,076
17	2030	141,283	47,506	188,789	9,439	18,879	37,758	56,637
18	2031	145,287	48,852	194,139	9,707	19,414	38,828	58,242
19	2032	149,406	50,237	199,643	9,982	19,964	39,929	59,893
20	2033	153,641	51,661	205,302	10,265	20,530	41,060	61,591
21	2034	157,996	53,125	211,121	10,556	21,112	42,224	63,336
22	2035	162,476	54,632	217,108	10,855	21,711	43,422	65,132
23	2036	167,081	56,180	223,261	11,163	22,326	44,652	66,978
24	2037	171,819	57,773	229,592	11,480	22,959	45,918	68,878
25	2038	176,688	59,410	236,098	11,805	23,610	47,220	70,829
26	2039	181,698	61,095	242,793	12,140	24,279	48,559	72,838
27	2040	186,864	62,832	249,696	12,485	24,970	49,939	74,909

TRAMO CELAYA - QUERETARO (CUOTA)

ESCENARIO 3 (4 PAX VEH A; 22 PAX VEH B)

No.	AÑO	PAX / VEH A	PAX / VEH B	PAX TOTAL	ATRAE 5%	ATRAE 10%	ATRAE 20%	ATRAE 30%
1	2014	90,341	30,377	120,718	6,036	12,072	24,144	36,215
2	2015	92,902	31,238	124,140	6,207	12,414	24,828	37,242
3	2016	95,534	32,123	127,657	6,383	12,766	25,531	38,297
4	2017	98,244	33,034	131,278	6,564	13,128	26,256	39,383
5	2018	101,027	33,970	134,997	6,750	13,500	26,999	40,499
6	2019	103,891	34,933	138,824	6,941	13,882	27,765	41,647
7	2020	106,837	35,923	142,760	7,138	14,276	28,552	42,828
8	2021	109,865	36,942	146,807	7,340	14,681	29,361	44,042
9	2022	112,979	37,988	150,967	7,548	15,097	30,193	45,290
10	2023	116,180	39,065	155,245	7,762	15,525	31,049	46,574
11	2024	119,472	40,172	159,644	7,982	15,964	31,929	47,893
12	2025	122,858	41,310	164,168	8,208	16,417	32,834	49,250
13	2026	126,339	42,481	168,820	8,441	16,882	33,764	50,646
14	2027	129,920	43,685	173,605	8,680	17,361	34,721	52,082
15	2028	133,602	44,923	178,525	8,926	17,853	35,705	53,558
16	2029	137,389	46,196	183,585	9,179	18,359	36,717	55,076
17	2030	141,283	47,506	188,789	9,439	18,879	37,758	56,637
18	2031	145,287	48,852	194,139	9,707	19,414	38,828	58,242
19	2032	149,406	50,237	199,643	9,982	19,964	39,929	59,893
20	2033	153,641	51,661	205,302	10,265	20,530	41,060	61,591
21	2034	157,996	53,125	211,121	10,556	21,112	42,224	63,336
22	2035	162,476	54,632	217,108	10,855	21,711	43,422	65,132
23	2036	167,081	56,180	223,261	11,163	22,326	44,652	66,978
24	2037	171,819	57,773	229,592	11,480	22,959	45,918	68,878
25	2038	176,688	59,410	236,098	11,805	23,610	47,220	70,829
26	2039	181,698	61,095	242,793	12,140	24,279	48,559	72,838
27	2040	186,864	62,832	249,696	12,485	24,970	49,939	74,909

Km 12+000 Carretera Estatal 431 “El Colorado-Galindo”
Parque Tecnológico San Fandila
Mpio. Pedro Escobedo, Querétaro, México
CP 76703
Tel +52 (442) 216 9777 ext. 2610
Fax +52 (442) 216 9671

publicaciones@imt.mx

http://www.imt.mx/