



ANÁLISIS COSTO BENEFICIO PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE LOS TRAMOS CARRETEROS:

- SANTA ISABEL – ANÁHUAC.
- DISTRIBUIDOR VIAL LA JUNTA.
- KM. 10 (CASAS GRANDES - JUAN MATA ORTIZ) - COLONIA JUÁREZ.
- COLONIA JUÁREZ - COLONIA CUAUHTÉMOC.
- RAMAL A EX HACIENDA DE SAN DIEGO.
- MEOQUI – JULIMES.
- DELICIAS - PRESA FRANCISCO I. MADERO, TRAMO: DELICIAS - ENT. CARRETERA A SATEVO.
- LIBRAMIENTO CAMARGO.
- ACCESO AL CERESO CHIHUAHUA.
- PARRAL - EL GRANILLO.
- LIBRAMIENTO CD. ALDAMA.
- SANTA ISABEL-ANÁHUAC: PASO POR SANTA ISABEL (LIBRE).
- GRIEGA -SAN FRANCISCO DEL ORO.



CHIHUAHUA, CHIH., OCTUBRE DE 2024

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

CONTENIDO

I.	RESUMEN EJECUTIVO	3
II.	SITUACIÓN ACTUAL DEL PROYECTO DE INVERSIÓN	11
A)	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	11
B)	ANÁLISIS DE LA OFERTA EXISTENTE	15
C)	ANÁLISIS DE LA DEMANDA ACTUAL	15
D)	INTERACCIÓN DE LA OFERTA-DEMANDA.....	22
III.	SITUACIÓN SIN EL DEL PROYECTO DE INVERSIÓN	40
A)	OPTIMIZACIONES	40
B)	ANÁLISIS DE LA OFERTA	41
C)	ANÁLISIS DE LA DEMANDA	42
D)	DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA.....	48
E)	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	54
IV.	SITUACIÓN CON EL PROYECTO DE INVERSIÓN.....	58
A)	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	58
B)	ALINEACIÓN ESTRATÉGICA	60
C)	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	62
D)	CALENDARIO DE ACTIVIDADES	63
E)	MONTO TOTAL DE INVERSIÓN	63
F)	FUENTES DE FINANCIAMIENTO.....	63
G)	CAPACIDAD INSTALADA.....	64
H)	METAS ANUALES Y TOTALES DE PRODUCCIÓN	80
I)	VIDA ÚTIL	80
J)	DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS MÁS RELEVANTES	80
K)	ANÁLISIS DE LA OFERTA	81
L)	ANÁLISIS DE LA DEMANDA.....	82
M)	INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA.....	88
V.	EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN	95
A)	IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO DE INVERSIÓN.....	95
B)	IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL PROYECTO DE INVERSIÓN.....	96
C)	CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD	101
D)	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	107
E)	ANÁLISIS DE RIESGOS	110
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
VII.	ANEXOS.....	113
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	121

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

I. Resumen Ejecutivo

LOCALIZACIÓN, MONTO DE INVERSIÓN, OBJETIVO, PROBLEMÁTICA Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN

Nombre del Proyecto de Inversión

Análisis Costo – Beneficio para la Reconstrucción de los tramos Carreteros:

- SANTA ISABEL – ANÁHUAC.
- DISTRIBUIDOR VIAL LA JUNTA.
- KM. 10 (CASAS GRANDES - JUAN MATA ORTIZ) - COLONIA JUÁREZ.
- COLONIA JUÁREZ - COLONIA CUAUHTÉMOC.
- RAMAL A EX HACIENDA DE SAN DIEGO.
- MEOQUI – JULIMES.
- DELICIAS - PRESA FRANCISCO I. MADERO, TRAMO: DELICIAS - ENT. CARRETERA A SATEVO.
- LIBRAMIENTO CAMARGO.
- ACCESO AL CERESO CHIHUAHUA.
- PARRAL - EL GRANILLO.
- LIBRAMIENTO CD. ALDAMA.
- SANTA ISABEL-ANÁHUAC: PASO POR SANTA ISABEL (LIBRE).
- I GRIEGA -SAN FRANCISCO DEL ORO.

Localización del Proyecto de Inversión

Los trabajos de reconstrucción de los tramos carreteros en estudio: Santa Isabel - Anáhuac; Distribuidor vial La Junta; Km. 10 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Colonia Juárez; Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc; Ramal a ex hacienda de San Diego; Meoqui - Julimes; Delicias - Presa Francisco I. Madero, tramo: Delicias - Ent. Carretera a Satevo; Libramiento Camargo; Acceso al Cereso Chihuahua; Parral - El Granillo; Libramiento Cd. Aldama; Santa Isabel-Anáhuac; I Griega -San Francisco del Oro, son parte de la red estatal de carreteras alimentadoras del estado de Chihuahua, los cuales son primordiales para el desarrollo económico del estado, en la Figura No.1 se aprecia la localización geográfica de los tramos del programa de reconstrucción y rehabilitación de las carreteras alimentadoras para el año 2024.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

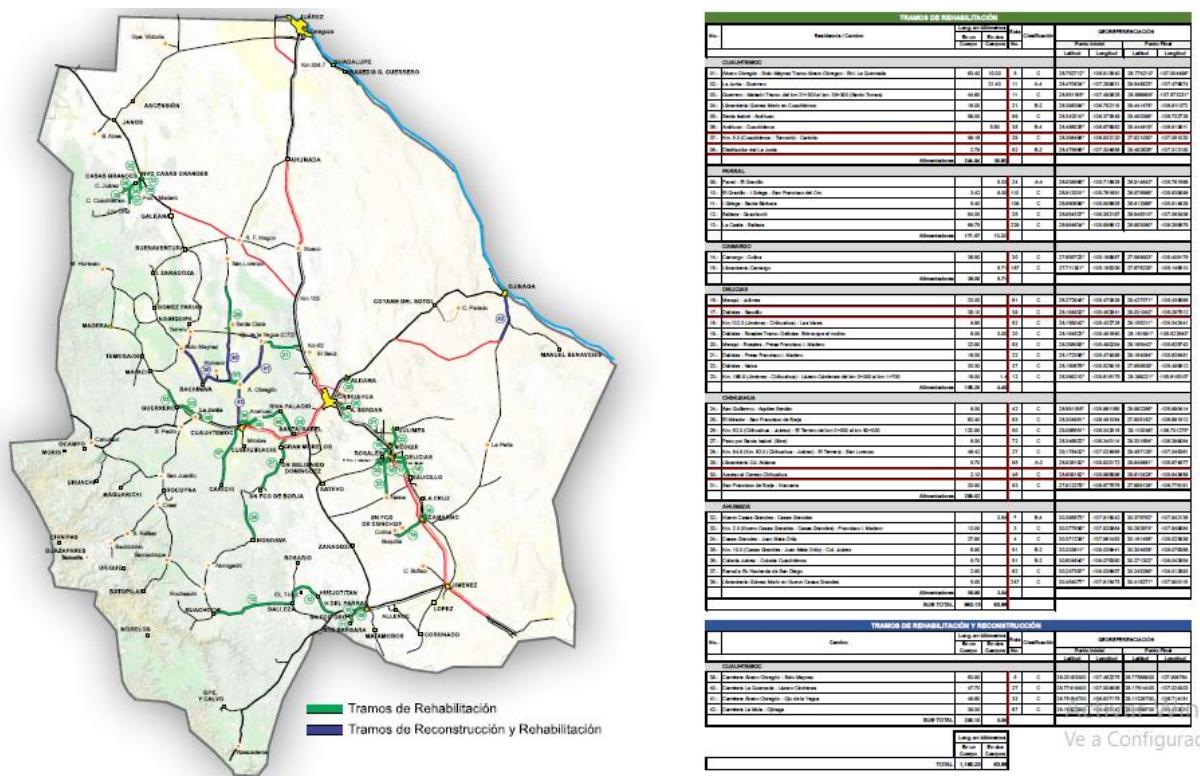


Figura No. 01. Localización geográfica de los trabajos de reconstrucción y rehabilitación de la red de carreteras alimentadoras del estado de Chihuahua para el año 2024.
(Fuente: Elaboración propia)

Tabla No. 1. Montos de la Inversión del Proyecto (Fuente: Elaboración propia)

No.	TRAMOS CARRETEROS	LONGITUD TRATADA (Km)	PRESUPUESTO BASE (CON IVA)	PRESUPUESTO BASE (SIN IVA)
	Residencia Cuauhtemoc			
01	Santa Isabel - Anahuac	42.60	\$ 115,493,964.04	\$ 99,563,762.10
02	Distribuidor Vial La Junta	2.80	\$ 5,217,529.20	\$ 4,497,870.00
	Residencia Parral			
03	Parral - El Granillo	8.00	\$ 26,574,616.90	\$ 22,909,152.50
04	I Griega - San Francisco del Oro	2.61	\$ 11,189,085.89	\$ 9,645,763.70
05	Libramiento Camargo	8.80	\$ 28,175,487.89	\$ 24,289,213.70
	Residencia Delicias			
06	Delicias - Presa Francisco I. Madero	8.76	\$ 22,449,129.25	\$ 19,352,697.63
07	Meoqui - Julimes	15.00	\$ 40,972,408.27	\$ 35,321,041.61
	Residencia Chihuahua			
08	Acceso al Cereso Chihuahua	1.13	\$ 4,111,778.57	\$ 3,544,636.70
09	Libramiento Cd. Aldama	4.00	\$ 12,287,642.90	\$ 10,592,795.60
10	Santa Isabel - Anáhuac Tramo: Paso por Santa Isabel (libre)	6.19	\$ 16,639,534.62	\$ 14,344,426.40
	Residencia Ahumada			
11	Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col. Juárez	4.20	\$ 11,614,450.93	\$ 10,012,457.70
12	Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc	3.94	\$ 10,466,517.37	\$ 9,022,859.80
13	Ramal a Ex Hacienda de San Diego	1.20	\$ 4,067,625.96	\$ 3,506,574.10
		109.23	\$ 309,259,771.79	\$ 266,603,251.54

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Monto de la Inversión del Proyecto

El monto total de inversión del proyecto asciende a **\$ 309,259,771.79 con IVA incluido**. Este monto se ejercerá en el año 2024 y sus principales componentes son: Pavimentación, Señalamiento y Dispositivos de Seguridad. En la Tabla No.1 se muestra la distribución de la inversión de cada uno de los tramos carreteros para los trabajos de reconstrucción de la red de carreteras alimentadoras del estado de Chihuahua para el año 2024.

Objetivo del Proyecto de Inversión

El objetivo de los **Trabajos de Reconstrucción** de la red de carreteras alimentadoras de estado de Chihuahua, es dar solución a la problemática que se presenta en esta vía de comunicación, que es la **reducción en el Costo Generalizado de Viaje (CGV)**.

Problemática identificada

La problemática que se ha identificado en los tramos de las carreteras alimentadoras del estado de Chihuahua, es de que se están presentado **Altos Costos Generalizados de Viaje (CGV = 2,129.22 MDPA)**, esto debido al grado de deterioro en que se encuentra la superficie del pavimento (IRI de 4 a 6.0), originando con esta situación **Altos Costos de Operación Vehiculares (COV = 1,402.02 MDPA)**, repercutiendo en bajas velocidades de los vehículos e incrementando con ello los **Costos de los Tiempos de Recorrido (CTR = 727.2 MDPA)** de los pasajeros, afectando con ello directamente la economía de la población de esta región del estado de Chihuahua, por lo que es la problemática que claramente se pretende resolver con la implementación de este proyecto, es **reducir al mínimo el Costos Generalizados de Viaje (CGV)**.

Breve descripción del Proyecto de Inversión

El proyecto de la Reconstrucción de la red de carreteras alimentadoras del estado de Chihuahua, es un **Proyecto de Infraestructura Económica**. El proyecto contempla trabajos de reconstrucción que se realizarán en una longitud de 109.23 kilómetros, sobre un terreno del tipo plano. El proyecto está considerando realizar trabajos para mantenimiento mayor o conservación periódica mediante la

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

rehabilitación del pavimento abarcan principalmente: fresado sobre la superficie de rodadura, colocación de geosintéticos, renivelaciones y la construcción de carpetas asfálticas de granulometría densa de espesor variable.

HORIZONTE DE EVALUACIÓN, COSTOS Y BENEFICIOS DEL PROYECTO DE INVERSIÓN

Horizonte de Proyecto de Inversión

Se estima que la vida útil del Proyecto de inversión denominado “TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE LA RED DE CARRETERAS ALIMENTADORAS” tendrá una vida útil de 10 años, por lo que el horizonte de la evaluación es de 11 años, debido a que el primer año es el tiempo que se llevará la ejecución de los trabajos.

Costos del Proyecto de Inversión

Los costos que se consideraron para el Análisis Costo Beneficio Simplificado (ACBS) de este proyecto son: el monto de la inversión inicial para realizar el proyecto de inversión, consistentes en los trabajos de reconstrucción del pavimento de la red de carreteras alimentadoras, con un monto de **\$ 266,603,251.54 sin IVA incluido**; el costo por molestia, los costos de mantenimiento y conservación para la situación con proyecto, que corresponden a lo siguiente:

- I. Costos por molestia, que son los que se originan por la construcción de los desvíos en el proceso de la ejecución del proyecto, referentes al incremento en el Costo del Tiempo de Recorrido (CTR) de los pasajeros dentro de los vehículos, ya que se reducen las velocidades.
- II. Costos de la Conservación Rutinario, que incluye básicamente la limpieza general y reparación de pequeños desperfectos de la superficie de rodamiento del tramo, como son bacheos y renivelaciones en tramos aislados, en forma anual, desde el inicio de las operaciones del proyecto hasta terminar su vida útil;
- III. Costos de conservación periódica, que incluye bacheo y renivelación general, además de la colocación de un riego de sello a la mitad de su vida útil, al 5^{to} año.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 2. Costos de Inversión y Mantenimiento del proyecto

COSTOS DEL PROYECTO		MONTOS (\$)
Inversión inicial (2024)		\$ 266,603,251.54 (Sin IVA)
Costos por molestia (2024)		\$ 38,273,471.72 (Sin IVA)
Conservación Rutinaria (Anual)		\$ 11,642,766.73 (Sin IVA)
Riego de sello al 5to año (mitad vida útil)		\$ 50,451,989.17 (Sin IVA)

(Fuente: Elaboración propia)

Beneficios del Proyecto de Inversión

El beneficio directo identificado, por el desarrollo de este proyecto, son los ahorros que se obtienen en la reducción del Costo Generalizado de Viaje (CGV) de los vehículos y personas que transitan por las carretera en estudio. Para el calcularlo, se realizó la diferencia entre la Situación sin Proyecto y con Proyecto del costo generalizado de viaje (CGV), para cada uno de los años de la vida útil del proyecto, estos ahorros antes mencionados, se pueden apreciar en la Tabla No. 3.

Tabla No. 3. Beneficios Anuales generados por el proyecto

Años	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
	Santa Isabel - Anáhuac	Distribuidor Vial La Junta	Parral - El Granillo	I Griega - San Francisco del Oro	Libramiento Camargo	Delicias - Presa Francisco I. Madero	Meoqui - Julimes	Acceso al Cerero Chihuahua	Libramiento Cd. Aldama	Santa Isabel - Anáhuac Tramo: Paso por Santa Mata Ortiz - Col.	Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col.	Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc	Ramal a Ex Hacienda de San Diego
	BENEFICIOS	BENEFICIOS	BENEFICIOS	BENEFICIOS	BENEFICIOS	BENEFICIOS	BENEFICIOS	BENEFICIOS	BENEFICIOS	BENEFICIOS	BENEFICIOS	BENEFICIOS	BENEFICIOS
2024	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2025	\$ 22,749,376.31	\$ 2,291,108.37	\$ 21,737,477.50	\$ 4,077,897.48	\$ 18,149,508.96	\$ 21,920,111.90	\$ 15,754,143.67	\$ 1,459,866.81	\$ 2,406,593.42	\$ 5,102,628.79	\$ 2,847,591.31	\$ 596,732.93	\$ 99,117.77
2026	\$ 23,632,052.11	\$ 2,385,731.14	\$ 22,280,914.44	\$ 4,179,844.92	\$ 18,828,300.59	\$ 22,494,418.83	\$ 16,166,902.24	\$ 1,515,487.74	\$ 2,692,496.71	\$ 5,300,610.79	\$ 3,007,056.42	\$ 630,149.97	\$ 104,668.37
2027	\$ 24,548,975.73	\$ 2,484,261.84	\$ 22,837,937.30	\$ 4,284,341.04	\$ 19,532,479.03	\$ 23,083,772.61	\$ 16,590,475.07	\$ 1,573,227.82	\$ 3,012,365.32	\$ 5,506,274.49	\$ 3,175,451.58	\$ 665,438.37	\$ 110,529.80
2028	\$ 25,501,475.99	\$ 2,586,861.85	\$ 23,408,885.74	\$ 4,391,449.57	\$ 20,262,993.75	\$ 23,688,567.45	\$ 17,025,145.52	\$ 1,633,167.80	\$ 3,370,234.33	\$ 5,719,917.94	\$ 3,353,276.87	\$ 702,702.92	\$ 116,719.47
2029	\$ 26,490,933.25	\$ 2,693,699.25	\$ 23,994,107.88	\$ 4,501,235.81	\$ 21,020,829.72	\$ 24,309,207.92	\$ 17,471,204.33	\$ 1,695,391.49	\$ 3,770,618.16	\$ 5,941,850.75	\$ 3,541,060.38	\$ 742,054.28	\$ 123,255.76
2030	\$ 27,518,781.46	\$ 2,804,949.03	\$ 24,593,960.58	\$ 4,613,766.70	\$ 21,807,008.75	\$ 24,946,109.16	\$ 17,928,949.89	\$ 1,759,985.91	\$ 4,218,567.60	\$ 6,172,394.56	\$ 3,799,359.76	\$ 783,609.32	\$ 130,158.08
2031	\$ 28,586,510.19	\$ 2,920,793.42	\$ 25,208,809.59	\$ 4,729,110.87	\$ 22,622,590.88	\$ 25,599,697.22	\$ 18,398,688.37	\$ 1,827,041.37	\$ 4,719,733.43	\$ 6,411,883.47	\$ 3,948,763.90	\$ 827,491.44	\$ 137,446.93
2032	\$ 29,695,666.78	\$ 3,041,422.19	\$ 25,839,029.83	\$ 4,847,338.64	\$ 23,468,675.77	\$ 26,270,409.29	\$ 18,880,734.01	\$ 1,896,651.65	\$ 5,280,437.76	\$ 6,660,664.55	\$ 4,169,894.68	\$ 873,830.97	\$ 145,143.96
2033	\$ 30,847,858.65	\$ 3,167,032.93	\$ 26,485,005.58	\$ 4,968,522.11	\$ 24,346,404.25	\$ 26,958,694.02	\$ 19,375,409.24	\$ 1,968,914.08	\$ 5,907,753.77	\$ 6,919,098.33	\$ 4,403,408.78	\$ 922,765.50	\$ 153,272.02
2034	\$ 32,044,755.57	\$ 3,297,831.39	\$ 27,147,130.72	\$ 5,092,735.16	\$ 25,256,959.77	\$ 27,665,011.80	\$ 19,883,044.96	\$ 2,043,929.70	\$ 6,609,594.92	\$ 7,187,559.35	\$ 4,649,999.68	\$ 974,440.37	\$ 161,855.26

(Fuente: Elaboración propia)

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

INDICADORES DE RENTABILIDAD DEL PROYECTO DE INVERSIÓN

Para evaluar la factibilidad económica de este proyecto se utilizaron los indicadores de rentabilidad recomendados por los LINEAMIENTOS para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, publicados en el Diario Oficial de la Federación, el lunes 30 de diciembre de 2013, los cuales fueron:

- I. Valor Presente Neto (VPN),
- II. Relación Beneficio - Costo (B/C),
- III. Tasa Interna de Retorno (TIR) y
- IV. Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)

Para realizar los cálculos de los indicadores de rentabilidad, se realizó el flujo de capital del proyecto, a lo largo del horizonte de evaluación, es decir costos y beneficios del proyecto, como son: el Costo de la Inversión Inicial, los Costos de mantenimiento y los Beneficios generados por el desarrollo del proyecto, que fueron determinados como los ahorros en el Costo Generalizado de Viaje (CGV).

Tabla No. 4. Indicadores de rentabilidad generados por el proyecto de inversión

INDICADORES DE RENTABILIDAD	
INDICADOR	VALOR
Valor Presente Neto (VPN)	\$ 433,789,730.30
Relación Beneficio – Costo (B/C)	2.08
Tasa interna de retorno (TIR)	35.76 %
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	35.28 %

(Fuente: Elaboración propia)

En la tabla anterior se resumen los indicadores analizados en este apartado del estudio, resultando de la Evaluación Económica del Proyecto de Inversión, por lo que se puede concluir que, el desarrollo del proyecto planteado **es rentable desde el punto de vista Económico y Social**, ya que **el Valor Presente Neto (VPN) es de \$ 433,789,730.30**, el cual es mayor a cero, lo que indica que el proyecto es rentable o factible. **La relación Beneficio – Costo (B/C) es de 2.08** mayor a uno, lo que indica que el proyecto es rentable. **La Tasa Interna de Retorno (TIR) es de 35.76 %**, mayor a la Tasa Social de Descuento (TSD) que es del 10 %, el proyecto

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

es rentable y por último la **Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) es de 35.28 %**, mayor a la Tasa Social de Descuento (TSD) que es del 10 %, lo que indica que es el momento óptimo de realizar la inversión del proyecto.

CONCLUSIÓN

De acuerdo con la evolución desarrollada en el presente documento, sobre el proyecto para los trabajos de **“Reconstrucción de los tramos carreteros de la red Carreteras Alimentadoras del estado de Chihuahua”**; el desarrollo del proyecto soluciona completamente la problemática presentada. Con la ejecución del proyecto de inversión, se reduce considerablemente el Costo Generalizado de Viaje (CGV), beneficiando directamente a los usuarios de esta vía, incrementando la velocidad promedio de operación de los vehículos y por consiguiente la valoración del Costo de Tiempo de Recorrido (CTR) anual de los pasajeros que viajan en los vehículos, además de reducir el Costo de Operación Vehicular (COV).

Con la **“Reconstrucción de los tramos carreteros de la red Carreteras Alimentadoras del estado de Chihuahua”**, mejorando sustancialmente las condiciones de operación de esta vía de comunicación.

Los principales beneficios que se tendrán con la Reconstrucción de los tramos carreteros son:

- Aumento en las velocidades de operación de los diferentes tipos de usuarios.
- Reducción en los tiempos de recorrido.
- Reducción en los Costos de Operación de los diferentes tipos de vehículos.
- Reducción en el Costo Generalizado de Viaje (CGV).
- Disminución en los niveles de contaminación auditiva y del aire.
- Operación más segura para los usuarios, al reducirse significativamente la posibilidad de accidentes.
- Mejora del nivel de servicio.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Además se considera que esta proyecto de reconstrucción vial, es económicamente rentable, ya que el **Valor Presente Neto (VPN)** es de **\$ 433,789,730.30** el cual es mayor a cero, lo que indica que el proyecto es rentable factible. La relación Beneficio – Costo (B/C) es de 2.08 mayor a uno, lo que indica que el proyecto es rentable. **La Tasa Interna de Retorno (TIR) es de 35.76 %**, mayor a la Tasa Social de Descuento (TSD) que es del 10 %, el proyecto es rentable y por último la **Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) es de 35.28 %**, mayor a la Tasa Social de Descuento (TSD) que es del 10 %, lo que indica que es el momento óptimo de realizar la inversión del proyecto. Por lo expuesto anteriormente se puede concluir que el Proyecto de Inversión es factible desde el punto de vista económico y social.

De acuerdo con los Indicadores de Rentabilidad obtenidos en el presente estudio, **se recomienda la realización del Proyecto de Inversión**, de acuerdo con los indicadores obtenidos en el presente estudio.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

II. Situación Actual del Proyecto de inversión

a) Diagnóstico de la Situación Actual

Los tramos carreteros en estudio: Santa Isabel - Anáhuac; Distribuidor vial La Junta; Km. 10 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Colonia Juárez; Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc; Ramal a ex hacienda de San Diego; Meoqui - Julimes; Delicias - Presa Francisco I. Madero, tramo: Delicias - Ent. Carretera a Satevo; Libramiento Camargo; Acceso al Cereso Chihuahua; Parral - El Granillo; Libramiento Cd. Aldama; Santa Isabel-Anáhuac; I Griega -San Francisco del Oro, son parte de la red estatal de carreteras alimentadoras del estado de Chihuahua, estos tramos carreteros se clasifican como caminos tipo A4, B y D. Estos caminos están pavimentados a base de una carpeta de concreto asfáltica, cuentan con un sistema de obras de drenaje, señalamiento horizontal y vertical, además de que se cuenta con un derecho de vía perfectamente definido.

Actualmente la superficie de rodamiento de la red de carreteras alimentadoras presenta un grado de deterioro considerable, correspondiente a un IRI de 4.0 a 6.0, de malo a regular, lo que afecta directamente a los usuarios, originando con esta situación, un Alto Costo de Operación Vehicular (COV), repercutiendo directamente a la población, provocando bajas velocidades de traslados de los vehículos, incrementando con ello los Costos de Tiempo de Recorrido (CTR), ambas situaciones en conjunto originan un Alto Costo Generalizado de viaje (CGV) en los usuarios, repercutiendo directamente la economía de la población del estado de Chihuahua. En las siguientes fotografías se muestran claramente imágenes, de la condición de la superficie de rodamiento de algunos de los tramos en estudio.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO
PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS



Figura No. 2. Vista del grado de deterioro que presenta el pavimento tramo: Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col. Juárez



Figura No. 3. Vista del grado de deterioro que presenta el pavimento tramo: Parral – El Granillo



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS



Figura No. 4. Vista del grado de deterioro que presenta el pavimento en Libramiento Aldama



Figura No. 5. Vista del grado de deterioro que presenta el pavimento en Paso por Santa Isabel



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO
PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS



Figura No. 6. Vista del grado de deterioro que presenta el pavimento en Colonia Juárez – Colonia Cuauhtémoc



Figura No. 7. Vista del grado de deterioro que presenta el pavimento en Ramal a Ex Hacienda de San Diego



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

b) Análisis de la Oferta Existente

Los tramos carreteros en estudio: Santa Isabel - Anáhuac; Distribuidor vial La Junta; Km. 10 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Colonia Juárez; Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc; Ramal a ex hacienda de San Diego; Meoqui - Julimes; Delicias - Presa Francisco I. Madero, tramo: Delicias - Ent. Carretera a Satevo; Libramiento Camargo; Acceso al Cereso Chihuahua; Parral - El Granillo; Libramiento Cd. Aldama; Santa Isabel-Anáhuac; I Griega -San Francisco del Oro, son parte de la red estatal de carreteras alimentadoras del estado de Chihuahua, estos tramos carreteros se clasifican como caminos tipo A4, B y D. La longitud total de los tramos que se reconstruirán es de 109.23 Km, el tipo de superficie de rodamiento es a base de un pavimento de concreto asfáltico. Las características físicas y geométricas de los tramos, fueron recabadas en el trabajo de campo y se resumen en la tabla siguiente:

Tabla No. 5. Características físicas y geométricas de los tramos en estudio de la situación actual

No.	CAMINO	LONGITUD TRATADA (Km)	TIPO DE CARRETERA	TIPO DE TERRENO	NUMERO DE CARRILES	ANCHO DE CARRIL (M)	FRANJA CENTRAL (M)	ANCHO DE CALZADA (M)	ANCHO DE CORONA (M)	ACOTAMIENTO (M)	SUPERFICIE DE RODAMIENTO	INDICE DE REGULARIDAD PROMEDIO (IRI)	ESTADO FÍSICO DEL PAVIMENTO
	Residencia Cuauhtemoc												
01	Santa Isabel - Anáhuac	42.60	D	PLANO	2.00	3.40	NO CUENTA	6.8	6.8	NO CUENTA	ASFÁLTICA	6.0	REGULAR A MALO
02	Distribuidor Vial La Junta	2.80	A4	PLANO	4.00	3.50	22.00	9.0	42.0	2.0	ASFÁLTICA	4.0	REGULAR
	Residencia Parral												
03	Parral - El Granillo	8.00	A4	PLANO	4.00	4.00	4.65	9.0	22.5	1.0	ASFÁLTICA	4.0	REGULAR
04	I Griega - San Francisco del Oro	2.61	D	PLANO	2.00	3.80	NO CUENTA	7.6	11.0	1.7	ASFÁLTICA	6.0	REGULAR A MALO
05	Libramiento Camargo	8.80	A4	PLANO	4.00	3.58	2.70	7.15	18.2	0.6	ASFÁLTICA	4.0	REGULAR
	Residencia Delicias												
06	Delicias - Presa Francisco I. Madero	8.76	D	PLANO	2.00	3.07	NO CUENTA	6.15	6.15	NO CUENTA	ASFÁLTICA	4.0	REGULAR
07	Meoqui - Julimes	15.00	D	PLANO	2.00	3.25	NO CUENTA	6.5	6.5	NO CUENTA	ASFÁLTICA	4.0	REGULAR
	Residencia Chihuahua												
08	Acceso al Cereso Chihuahua	1.13	D	PLANO	2.00	4.00	NO CUENTA	8.0	9.0	0.5	ASFÁLTICA	4.0	REGULAR
09	Libramiento Cd. Aldama	4.00	B	PLANO	2.00	3.75	NO CUENTA	7.5	12.5	2.5	ASFÁLTICA	4.0	REGULAR
10	Santa Isabel - Anáhuac Tramo: Paso por Santa Isabel (libre)	6.19	D	PLANO	2.00	3.50	NO CUENTA	7.0	7.0	NO CUENTA	ASFÁLTICA	4.0	REGULAR
	Residencia Ahumada												
11	Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col. Juárez	4.20	D	PLANO	2.00	2.85	NO CUENTA	5.7	5.7	NO CUENTA	ASFÁLTICA	6.0	REGULAR A MALO
12	Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc	3.94	D	PLANO	2.00	3.75	NO CUENTA	7.5	9.0	0.8	ASFÁLTICA	6.0	REGULAR A MALO
13	Ramal a Ex Hacienda de San Diego	1.20	D	PLANO	2.00	3.50	NO CUENTA	7.0	7.0	NO CUENTA	ASFÁLTICA	6.0	REGULAR A MALO
		109.23											

Fuente: Elaboración propia con base a las características geométricas de la vía obtenidas en campo.

c) Análisis de la Demanda Actual

Para la estimación de la demanda de la situación actual de los tramos en estudio, se instalaron estaciones de aforo, utilizando aparatos electrónicos aforadores, en puntos estratégicos de cada uno de los tramos, también se utilizaron datos de estaciones aforadoras fijas de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Transportes (SICT). En la Tabla No.6 se puede apreciar la ubicación geográfica de cada una de las estaciones de aforo que se instalaron para realizar el estudio de tránsito.



Figura No. 8. Instalación de estación aforadora en Libramiento Aldama Km 2+580
(Fuente: Propia)

Tabla No. 6. Ubicación geográfica de estaciones aforadoras instaladas en los tramos en estudio

No.	CAMINO	LONGITUD TRATADA (Km)	TIPO DE CARRETERA	TIPO DE ESTACIÓN	UBICACIÓN (Km)	LATITUD	LONGITUD
	Residencia Cuauhtemoc						
01	Santa Isabel - Anahuac	42.60	D	AFORADORA	Km 14+500	28.447287°	-106.450736°
02	Distribuidor Vial La Junta	2.80	A4	DATOS SICT	Km 150+800	28.469334°	-107.294597°
	Residencia Parral						
03	Parral - El Granillo	8.00	A4	AFORADORA	Km 2+100	26.9275494°	-105.7327132°
04	I Griega - San Francisco del Oro	2.61	C	AFORADORA	Km 0+260	26.8624545°	-105.8095944°
05	Libramiento Camargo	8.80	A4	AFORADORA	Km 3+400	27.689597°	-105.164635
	Residencia Delicias						
06	Delicias - Presa Francisco I. Madero	8.76	D	AFORADORA	Km 5+350	28.151589°	-105.523286°
07	Meoqui - Julimes	15.00	D	DATOS SICT	Km 8+000	28.320811°	-105.434009°
	Residencia Chihuahua						
08	Acceso al Cerero Chihuahua	1.13	D	AFORADORA	Km 1+720	28.609697°	-105.948193°
09	Libramiento Cd. Aldama	4.00	B	AFORADORA	Km 2+580	28.834305°	-105.896071°
10	Santa Isabel - Anáhuac Tramo: Paso por Santa Isabel (libre)	6.19	D	AFORADORA	Km 1+300	28.345316°	-106.352799°
	Residencia Ahumada						
11	Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col. Juárez	4.20	D	AFORADORA	Km 3+600	30.314272°	-108.062080
12	Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc	3.94	D	AFORADORA	Km 2+740	30.286974°	-108.058159
13	Ramal a Ex Hacienda de San Diego	1.20	D	AFORADORA	Km 0+740	30.246983°	-108.029186°

(Fuente: Propia y Datos Viales SICT)



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Los equipos aforadores vehiculares, se instalaron durante un periodo de 7 días (una semana), en los meses de junio y julio de 2024, en cada uno de los tramos en estudio. Para la estimación y clasificación del aforo vehicular de cada uno de los tramos, se determinó a partir de la información obtenida de los equipos de aforo automático y de los datos viales de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), con la finalidad de recabar datos de volumen, velocidades y composición vehicular en la zona (TDPA).

En la Tabla No. 7 se presenta un resumen de los resultados de los aparatos aforadores y la consulta de los datos viales de las estaciones aforadoras de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT).

Tabla No. 7. Resultados obtenidos de las estaciones aforadoras instaladas en los tramos en estudio (Fuente: Propia y Datos Viales SICT)

No.	CAMINO	LONGITUD TRATADA (Km)	TDPA (VEH/DÍA) 2024	VEHICULOS TIPO A (%)	VEHICULOS TIPO B (%)	VEHICULOS TIPO C (%)
	Residencia Cuauhtemoc					
01	Santa Isabel - Anahuac	42.60	1,073	91.5%	0.0%	8.5%
02	Distribuidor Vial La Junta	2.80	3,322	78.8%	2.1%	19.1%
	Residencia Parral					
03	Parral - El Granillo	8.00	11,595	82.0%	3.0%	15.0%
04	I Griega - San Francisco del Oro	2.61	3,150	92.1%	1.4%	6.5%
05	Libramiento Camargo	8.80	5,751	40.0%	13.0%	47.0%
	Residencia Delicias					
06	Delicias - Presa Francisco I. Madero	8.76	5,430	7.1%	40.2%	52.7%
07	Meoqui - Julimes	15.00	4,594	83.8%	1.2%	15.0%
	Residencia Chihuahua					
08	Acceso al Cerero Chihuahua	1.13	6,277	92.8%	0.0%	7.2%
09	Libramiento Cd. Aldama	4.00	2,496	86.3%	0.0%	13.7%
10	Santa Isabel - Anáhuac Tramo: Paso por Santa Isabel (libre)	6.19	4,228	96.8%	0.0%	3.2%
	Residencia Ahumada					
11	Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col. Juárez	4.20	1,328	92.2%	1.4%	6.4%
12	Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc	3.94	280	85.3%	1.1%	13.6%
13	Ramal a Ex Hacienda de San Diego	1.20	158	88.6%	0.6%	10.8%
		109.23				

Se anexa al presente documento, los resultados obtenidos del Estudio de tránsito de los aforos vehiculares y los registros de los datos de las estaciones aforadoras fijas de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) utilizados en el presente estudio.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Para analizar el comportamiento de la **Tasa de Crecimiento Anual del Tráfico Vehicular (r)**, se utilizaron datos viales publicadas por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) para los años 2010 a 2023, con el fin de evaluar su comportamiento en los diferentes tramos en estudio, utilizando para ello datos viales de carreteras similares, que se encuentran ubicadas cerca de cada uno de los tramos en estudio.

Se realizó un diagrama de dispersión de los registros de la estación de aforo, en el cual se puede apreciar claramente que la tendencia de crecimiento de los datos es lineal, por lo que para analizar esta tendencia se realizó un análisis estadístico, utilizando el método de regresión lineal simple, conocido como mínimos cuadrados.

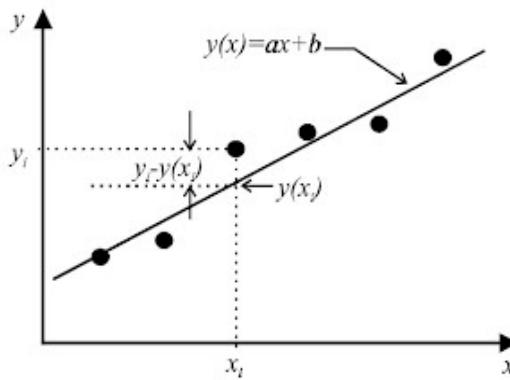


Figura No. 9. Línea de ajuste del método de mínimos cuadrados

La línea se deriva en forma tal que la suma de los cuadrados de las desviaciones verticales entre la línea y los puntos individuales de datos se reduce al mínimo, esta línea de regresión calculada a partir de los datos muestrales, por el método de mínimos cuadrados se llama **línea de regresión estimada** o **línea de regresión muestral**.

Dicha línea recta es la que mejor se ajusta al conjunto de datos (X, Y) y es aquella en que la distancia que hay entre los datos y la supuesta recta es la menor posible, y se representa mediante la siguiente ecuación:

$$\hat{Y} = a + bX$$

Dónde:

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

\hat{Y} = Variable dependiente que se pretende evaluar

a = Ordenada al origen

b = es la pendiente de la recta

X = es la variable independiente

Para calcular el valor de **b** (pendiente), que representa el grado de inclinación que tiene la recta, se emplea la siguiente formula:

$$b = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum(X_i - \bar{X})^2}$$

Dónde:

X y **Y** son datos de las variables analizadas.

\bar{X} y \bar{Y} Son los promedios de las variables analizadas.

Para calcular el valor de **a** (ordenada al origen), que representa el punto en que la recta corta al eje de las Y, se emplea la siguiente formula:

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

Una segunda forma de analizar la tasa de crecimiento del Transito Diario Promedio Anual (TDPA), es calcular la tasa de crecimiento del Transito Diario de cada uno de los años. Para determinar esta tasa de crecimiento (r) particular de cada año, se divide el valor del TDPA_n del año evaluado, sobre el valor del TDPA_{n-1} del año anterior y se calcula el porcentaje, este valor se puede determinar utilizando la siguiente formula:

$$r = \left(\frac{TDPA_n}{TDPA_{n-1}} - 1 \right) \times 100$$

Dónde:

r = es la Tasa de Crecimiento del Tránsito Diario Promedio Anual

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

$TDPA_n$ = es el valor del Tránsito Diario Promedio Anual del año evaluado

$TDPA_{n-1}$ = es el valor del Tránsito Diario Promedio Anual del año anterior al evaluado

Una tercera forma de analizar la tasa de crecimiento del Transito Diario Promedio Anual (TDPA) es evaluar todo el periodo de datos, utilizando la ecuación del interés simple, ya que el comportamiento de los datos es de tendencia lineal y la ecuación general es de tendencia lineal, esta ecuación es la siguiente:

$$F = P(1 + nr)$$

Dónde:

F = es el valor futuro

P = Es el valor presente

n = es al número de año que se pretende evaluar

r = es la tasa en decimal

Despejando el valor de la tasa, se tiene que la ecuación quedaría:

$$r = \left(\frac{1}{n}\right)\left(\frac{F}{P} - 1\right) \times 100$$

En la tabla siguiente se presenta un resumen de los resultados de los cálculo para estimar la tasa de crecimiento del Transito Diario Promedio Anual (TDPA) (r), cuyos valores, son los que se recomienda utilizar para el **“ANÁLISIS COSTO BENEFICIO PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE LOS TRAMOS CARRETEROS”**:

- SANTA ISABEL – ANÁHUAC.
- DISTRIBUIDOR VIAL LA JUNTA.
- KM. 10 (CASAS GRANDES - JUAN MATA ORTIZ) - COLONIA JUÁREZ.
- COLONIA JUÁREZ - COLONIA CUAUHTÉMOC.
- RAMAL A EX HACIENDA DE SAN DIEGO.
- MEOQUI – JULIMES.
- DELICIAS - PRESA FRANCISCO I. MADERO, TRAMO: DELICIAS - ENT. CARRETERA A SATEVO.
- LIBRAMIENTO CAMARGO.
- ACCESO AL CERESO CHIHUAHUA.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

- **PARRAL - EL GRANILLO.**
- **LIBRAMIENTO CD. ALDAMA.**
- **SANTA ISABEL-ANÁHUAC: PASO POR SANTA ISABEL (LIBRE).**
- **I GRIEGA -SAN FRANCISCO DEL ORO.**

Tabla No. 8. Resumen del estudio de Tránsito vehicular y de la tasa de crecimiento del Transito Diario Promedio Anual (TDPA) (r)

No.	CAMINO	LONGITUD TRATADA (Km)	IRI	TDPA (VEH/DÍA) 2024	Tasa de Crecimiento r (%)	VEHICULOS TIPO A (%)	VEHICULOS TIPO B (%)	VEHICULOS TIPO C (%)
	Residencia Cuauhtemoc							
01	Santa Isabel - Anahuac	42.60	6.0	1,073	3.88	91.5%	0.0%	8.5%
02	Distribuidor Vial La Junta	2.80	4.0	3,322	4.13	78.8%	2.1%	19.1%
	Residencia Parral							
03	Parral - El Granillo	8.00	4.0	11,595	2.50	82.0%	3.0%	15.0%
04	I Griega - San Francisco del Oro	2.61	4.0	3,150	2.50	92.1%	1.4%	6.5%
05	Libramiento Camargo	8.80	4.0	5,751	3.74	40.0%	13.0%	47.0%
	Residencia Delicias							
06	Delicias - Presa Francisco I. Madero	8.76	4.0	5,430	2.62	7.1%	40.2%	52.7%
07	Meoqui - Julimes	15.00	4.0	4,594	2.62	83.8%	1.2%	15.0%
	Residencia Chihuahua							
08	Acceso al Cereso Chihuahua	1.13	4.0	6,277	3.81	92.8%	0.0%	7.2%
09	Libramiento Cd. Aldama	4.00	4.0	2,496	11.88	86.3%	0.0%	13.7%
10	Santa Isabel - Anáhuac Tramo: Paso por Santa Isabel (libre)	6.19	4.0	4,228	3.88	96.8%	0.0%	3.2%
	Residencia Ahumada							
11	Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col. Juárez	4.20	4.0	1,328	5.60	92.2%	1.4%	6.4%
12	Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc	3.94	4.0	280	5.60	85.3%	1.1%	13.6%
13	Ramal a Ex Hacienda de San Diego	1.20	4.0	158	5.60	88.6%	0.6%	10.8%

(Fuente propia).

De acuerdo con la metodología propuesta para la estimación del Costo Generalizado de Viaje (CGV), se utilizará un índice de ocupación por tipo de vehículo, conforme a la tabla siguiente:

Tabla No. 9. Tasa del índice de ocupación por tipo de Vehículo (Fuente: Guía estudios ACBS 2015 CEPEP)

TIPO DE VEHÍCULO	PASAJEROS POR VEHÍCULO
Vehículo ligero	2.6
Autobús	24.2
Camión Unitario	1.8
Camión Articulado	1.9

d) Interacción de la Oferta-Demanda

1) Velocidades promedio de operación

En el trabajo de campo se pueden estimar las velocidades promedio de operación mediante el método de placas. Este método consiste en colocar una brigada en un punto de inicio del tramo y otra en un punto final. La primera brigada anota las placas de los vehículos y la hora en que pasan por dicho lugar; la brigada del final realiza la misma operación. De esta manera se obtiene el tiempo en que recorre cada vehículo la ruta del proyecto y por lo tanto, dado que ya se conoce la distancia de la ruta, se puede calcular la velocidad de cada vehículo. Otra forma de estimar las velocidades de operación promedio, es utilizar la metodología propuesta por la publicación técnica No. 458 “Cálculo de la velocidad de operación como insumo para la evaluación económica de proyectos de infraestructura carretera” del Instituto Mexicano del Transporte, en donde utilizando las condiciones de la superficie del pavimento (IRI), el tipo de terreno donde se ubican los tramos en estudio, se estiman las velocidades promedio de los diferentes vehículos que circulan en los diferentes tramos; con la publicación No. 756 del Instituto Mexicano del Transporte “Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2023” se estimaron las velocidades promedio de operación de la situación actual (Tabla No. 10).

Tabla No. 10. Velocidades promedio de operación de la “**situación Actual**”

TIPO DE VEHÍCULO	VELOCIDAD PROMEDIO DE OPERACIÓN (IRI = 4)	VELOCIDAD PROMEDIO DE OPERACIÓN (IRI = 6)
Vehículo Ligero (A)	82.44 Km/hr.	78.03 Km/hr.
Autobuses (B)	78.61 Km/hr.	74.44 Km/hr.
Camión de Carga (C)	67.16 Km/hr.	62.54 Km/hr.

Operación (Fuente: Elaboración propia)

La velocidad promedio de operación de cada vehículo obtenida, se usará para calcular el Coto de Tiempo de Recorrido (CTR) del tramo en estudio y por consiguiente, el Costo Generalizado de Viaje (CGV).

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

2) Costo Generalizado de Viaje (CGV)

La interacción entre la oferta y la demanda se refleja en el Costo Generalizado de Viaje (CGV), el cual se define como el costo en que incurren los usuarios del camino al transportarse de un punto a otro de un tramo carretero. Este incluye la valoración del tiempo empleado en el viaje o del Costo de Tiempo de Recorrido (CTR) de los pasajeros que viajan en los vehículos y el Costo de Operación Vehicular (COV) en que se realizan dichos viajes. El Costo Generalizado de Viaje (CGV) de la situación actual se debe calcular por tipos de vehículos, para cada tramo de acuerdo a la expresión siguiente:

$$CGV_{i,j} = COV_{i,j} + CTR_{i,j}$$

Dónde:

i puede ser vehículos ligeros (A), autobús (B) o camión de carga (C).

j Se define a cada tramo del camino.

CGV_{i,j} es el Costo Generalizado de Viaje calculado para cada vehículo i en el tramo j.

COV_{i,j} es el Costo Operación de Vehicular calculado para cada vehículo i en el tramo j.

CTR_{i,j} es el Costo por tiempo de Recorrido de los pasajeros que viajan en el tipo de vehículo i en el tramo j.

El Costo de Operación Vehicular (COV) mide en términos monetarios el costo que representa a cada vehículo circular por la vía, la unidad con que se expresa son pesos por kilómetro recorrido por vehículo (\$/Km/veh.), el Costo de Operación Vehicular (COV) es sensible a las características geométricas del camino, las condiciones de la superficie del pavimento (IRI) y el tipo de terreno donde se localiza la vía.

Para calcular el Costo de Operación Vehicular (COV) se recurre a la publicación técnica del Instituto Mexicano el Trasporte (IMT) **No. 756 “Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2023”**, la cual toma como referencia los modelos matemáticos desarrollados por el Banco Mundial, que utiliza un programa de computo denominado *Vehicle Operating Costs* (VOC), adaptando a las características mexicanas, obteniendo así los costos de operación base y los factores de ajuste a estos, según las características de la carretera a estudiar (IRI), los costos de operación base se ajustaron mediante el

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

índice precio productor (IPP) del INEGI a junio del 2024, última publicación disponible.

Para calcular el Costo de Operación Vehicular (COV) anual del tramo en estudio se empleó la siguiente ecuación:

$$COV = F_b \times CB \times TDPA \times 365 \times Long.$$

Dónde:

COV Costo de operación vehicular anual, para todos los vehículos del mismo tipo.

F_b Factor de costo de operación base, para el tipo de vehículo, tipo de terreno y estado de la superficie del camino.

CB Costo de operación base del vehículo, obtenida de publicación No. 756 (IMT).

TDPA Transito diario promedio Anual del vehículo.

Tabla No. 11. Costo de Operación Vehicular (COV) al año 2024(Fuente: Elaboración propia)

33/3361/3414 CAMIONES (INEGI)			
IPP Jun 2023 =	104.904		
IPP Jun 2024 =	110.919		
FA =	1.05733814		
Vehículo	CB (2023)	Factor	CB (2024)
Legero	\$ 6.57	1.05733814	\$ 6.95
Autobus	\$ 17.39	1.05733814	\$ 18.39
Camión C2	\$ 11.01	1.05733814	\$ 11.64

El Costo de Tiempo de Recorrido (CTR) de los pasajeros que viajan en los vehículos representa el valor, en términos monetarios del tiempo de viaje de las personas que se desplazan en cada vehículo, y está dado por el valor unitario del tiempo de las personas (pesos/hora) multiplicado por el tiempo de recorrido en horas y por el número de pasajeros promedio por tipo de vehículo.

Para el cálculo del Costo de Tiempo de Recorrido (CTR) se utilizó la información de la **nota Técnica No. 207** del Instituto Mexicano el Trasporte (IMT), en la que se considera el valor del tiempo de las personas por concepto de trabajo y por placer publicada en febrero de 2024, considerando que del total de los viaje, el 70% son por trabajo y el 30% por placer.

Para calcular el Costo de Tiempo de Recorrido (CTR) anual del tramo en estudio se empleó la siguiente ecuación:

$$CTR = TDPA \times Indice\ de\ Ocup.\times Factor\ x\ Costo\ tiempo\ x\ 365$$

Dónde:

CTR Costo del Tiempo de Recorrido (CTR) anual

TDPA Transito diario promedio Anual del vehículo.

Factor El Factor por trabajo o placer del objeto del viaje

Costo Tiempo El valor del tiempo de las personas por concepto de trabajo y por placer.

Por último, para calcular el Costo Generalizado de Viaje (CGV) de la situación actual de los tramos en estudio, se aplicó la ecuación mencionada anteriormente, es decir, se sumó el Costo de Operación Vehicular (COV) y el Costo de Tiempo de Recorrido (CTR), en las tablas siguiente se presenta el resultado obtenido del análisis realizado.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 12. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación actual**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Santa Isabel - Anáhuac.

ANÁLISIS DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (COV) ANUAL												
Santa Isabel - Anahuac												
SITUACIÓN ACTUAL				Publicación IMT No. 756 del año 2023 ajustado 2024								
R U T A S	IRI	LONG (km)	T.D.P.A.	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		Fb	Cb	DÍAS/AÑO	COV			
				TIPO	%							
Tramo Plano	6.00	42.6	1073	A	91.5%	1.18	6.95	365	\$ 125,136,658.46			
				B	0.0%	1.21	18.39	365	\$ -			
				C	8.5%	1.3	11.64	365	\$ 21,461,777.09			
				\$ 146,598,435.55								
TOTAL COSTO DE OPERACION VEHICULAR (COV) = \$ 146,598,435.55												

ANÁLISIS DEL COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)														
Nota técnica 207 (IMT, 2024) Tabla No. 3 2024														
SITUACIÓN ACTUAL				Valor del tiempo por Trabajo Región Norte 2024 \$ 114.20 Valor del tiempo por Placer Región Norte 2024 \$ 68.52										
Por Viajes de Trabajo														
TRAMO	LONG (km)	T.D.P.A.	IRI	CLASIFICACIÓN VEHICULAR	VOL/DIA	INDICE DE OCUPACIÓN VEHICULAR	FACTOR	COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO DE RECORRIDO (Hrs.)	DÍAS/AÑO	COSTO POR TIEMPO DE VIAJE (\$)		
Plano	42.60	1073	6.00	A	91.5%	982	2.6	0.7	114.20	78.03	0.5459	365	\$ 40,662,976.41	
				B	0.0%	0	24.2	0.7	114.20	74.44	0.5723	365	\$ -	
				C	8.5%	91	1.9	0.7	114.20	62.54	0.6812	365	\$ 3,444,141.45	
Por Viajes de Trabajo = \$ 44,107,117.86														
Por Viajes de Placer														
TRAMO	LONG (km)	T.D.P.A.	IRI	CLASIFICACIÓN VEHICULAR	VOL/DIA	INDICE DE OCUPACIÓN VEHICULAR	FACTOR	COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO DE RECORRIDO (HRS.)	DÍAS/AÑO	COSTO POR TIEMPO DE VIAJE (\$)		
Plano	42.60	1073	6.00	A	91.5%	982	2.6	0.3	68.52	78.03	0.55	365	\$ 10,456,193.93	
				B	0.0%	0	24.2	0.3	68.52	74.44	0.57	365	\$ -	
				C	8.5%	91	1.9	0.3	68.52	62.54	0.68	365	\$ 885,636.37	
Por Viajes de Placer = \$ 11,341,830.31														
TOTAL COSTO DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR) ANUAL = \$ 55,448,948.17														

EL COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)											
SITUACIÓN ACTUAL (2024)								COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)			
Santa Isabel - Anahuac											
COSTOS DE OPERACIÓN ANUAL (COV)				\$ 146,598,435.55							
COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)				\$ 55,448,948.17				\$ 202,047,383.71			

Fuente: Elaboración propia



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 13. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación actual**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Distribuidor Vial La Junta.

ANÁLISIS DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (COV) ANUAL												
Distribuidor Vial La Junta												
SITUACIÓN ACTUAL				Publicación IMT No. 756 del año 2023 ajustado 2024								
RUTAS	IRI	LONG (km)	T.D.P.A.	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		Fb	Cb	DÍAS/AÑO	COV			
				TIPO	%							
Tramo Plano	4.00	2.8	3,322	A	78.8%	1.1	6.95	365	\$ 20,443,191.34			
				B	2.1%	1.17	18.39	365	\$ 1,533,801.51			
				C	19.1%	1.22	11.64	365	\$ 9,209,688.43			
								\$ 31,186,681.28				
TOTAL COSTO DE OPERACION VEHICULAR (COV) = \$ 31,186,681.28												

ANÁLISIS DEL COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)														
Nota técnica 207 (IMT, 2024) Tabla No. 3 2024														
SITUACIÓN ACTUAL				Valor del tiempo por Trabajo Región Norte 2024 \$ 114.20 Valor del tiempo por Placer Región Norte 2024 \$ 68.52										
Por Viajes de Trabajo														
TRAMO	LONG (km)	T.D.P.A.	IRI	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		VOL/DIA	INDICE DE OCUPACION VEHICULAR	FACTOR	COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO DE RECORRIDO (Hrs).			
				TIPO	%									
Plano	2.80	3322	4.00	A	78.8%	2618	2.6	0.7	114.20	82.44	0.0340			
				B	2.1%	70	24.2	0.7	114.20	78.61	0.0356			
				C	19.1%	635	1.9	0.7	114.20	67.16	0.0417			
Por Viajes de Trabajo = \$ 9,966,014.77														
Por Viajes de Placer														
TRAMO	LONG (km)	T.D.P.A.	IRI	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		VOL/DIA	INDICE DE OCUPACION VEHICULAR	FACTOR	COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO DE RECORRIDO (HRS).			
				TIPO	%									
Plano	2.80	3322	4.00	A	78.8%	2618	2.6	0.3	68.52	82.44	0.03			
				B	2.1%	70	24.2	0.3	68.52	78.61	0.04			
				C	19.1%	635	1.9	0.3	68.52	67.16	0.04			
Por Viajes de Placer = \$ 2,562,689.51														
TOTAL COSTO DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR) ANUAL = \$ 12,528,704.28														

EL COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)											
SITUACIÓN ACTUAL (2024)								COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)			
Distribuidor Vial La Junta											
COSTOS DE OPERACIÓN ANUAL (COV)				\$ 31,186,681.28							
COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)				\$ 12,528,704.28				\$ 43,715,385.56			

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 14. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación actual**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Parral – El Granillo.

ANÁLISIS DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (COV) ANUAL									
Parral - El Granillo									
SITUACIÓN ACTUAL				Publicación IMT No. 756 del año 2023 ajustado 2024					
RUTAS	IRI	LONG (km)	T.D.P.A.	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		Fb	Cb	DÍAS/AÑO	COV
				TIPO	%				
Tramo Plano	4.00	8.0	11595	A	82.0%	1.1	6.95	365	\$ 212,148,228.11
				B	3.0%	1.17	18.39	365	\$ 21,851,145.06
				C	15.0%	1.22	11.64	365	\$ 72,128,335.55
									\$ 306,127,708.72
TOTAL COSTO DE OPERACION VEHICULAR (COV) = \$ 306,127,708.72									

ANÁLISIS DEL COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)														
Nota técnica 207 (IMT, 2024) Tabla No. 3 2024														
SITUACIÓN ACTUAL				Valor del tiempo por Trabajo Región Norte 2024 \$ 114.20 Valor del tiempo por Placer Región Norte 2024 \$ 68.52										
Por Viajes de Trabajo														
TRAMO	LONG (km)	T.D.P.A.	IRI	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		VOL/DIA	INDICE DE OCUPACION VEHICULAR	FACTOR	COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO DE RECORRIDO (HRS).			
				TIPO	%									
Plano	8.00	11595	4.00	A	82.0%	9508	2.6	0.7	114.20	82.44	0.0970			
				B	3.0%	348	24.2	0.7	114.20	78.61	0.1018			
				C	15.0%	1739	1.9	0.7	114.20	67.16	0.1191			
Por Viajes de Trabajo = \$ 106,476,893.46														
Por Viajes de Placer														
TRAMO	LONG (km)	T.D.P.A.	IRI	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		VOL/DIA	INDICE DE OCUPACION VEHICULAR	FACTOR	COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO DE RECORRIDO (HRS).			
				TIPO	%									
Plano	8.00	11595	4.00	A	82.0%	9508	2.6	0.3	68.52	82.44	0.10			
				B	3.0%	348	24.2	0.3	68.52	78.61	0.10			
				C	15.0%	1739	1.9	0.3	68.52	67.16	0.12			
Por Viajes de Placer = \$ 27,379,772.80														
TOTAL COSTO DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR) ANUAL = \$ 133,856,666.06														

EL COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)											
SITUACIÓN ACTUAL (2024)										COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)	
Parral - El Granillo											
COSTOS DE OPERACIÓN ANUAL (COV)					\$	306,127,708.72					
COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)					\$	133,856,666.06					\$ 439,984,374.78

Fuente: Elaboración propia



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 15. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación actual**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: I Griega - San Francisco del Oro.

ANÁLISIS DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (COV) ANUAL I Griega - San Francisco del Oro												
SITUACIÓN ACTUAL				Publicación IMT No. 756 del año 2023 ajustado 2024								
RUTAS	IRI	LONG (km)	T.D.P.A.	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		Fb	Cb	DIAS/AÑO	COV			
				TIPO	%							
Tramo Plano	6.00	2.61	3150	A	92.1%	1.18	6.95	365	\$ 22,655,039.82			
				B	1.4%	1.21	18.39	365	\$ 934,696.92			
				C	6.5%	1.3	11.64	365	\$ 2,951,901.43			
				\$ 26,541,638.17								
TOTAL COSTO DE OPERACION VEHICULAR (COV) = \$ 26,541,638.17												

ANÁLISIS DEL COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)														
Nota técnica 207 (IMT, 2024) Tabla No. 3 2024														
SITUACIÓN ACTUAL				Valor del tiempo por Trabajo Región Norte 2024 \$ 114.20 Valor del tiempo por Placer Región Norte 2024 \$ 68.52										
Por Viajes de Trabajo														
TRAMO	LONG (km)	T.D.P.A.	IRI	CLASIFICACIÓN VEHICULAR	VOL/DIA	INDICE DE OCUPACION VEHICULAR	FACTOR	COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO DE RECORRIDO (Hrs).	DIAS/AÑO	COSTO POR TIEMPO DE VIAJE (\$)		
Plano	2.61	3150	6.00	A	92.1%	2901	2.6	0.7	114.20	78.03	0.0334	365 \$ 7,361,722.47		
				B	1.4%	44	24.2	0.7	114.20	74.44	0.0351	365 \$ 1,091,805.07		
				C	6.5%	205	1.9	0.7	114.20	62.54	0.0417	365 \$ 473,715.01		
Por Viajes de Trabajo = \$ 8,927,242.55														
Por Viajes de Placer														
TRAMO	LONG (km)	T.D.P.A.	IRI	CLASIFICACIÓN VEHICULAR	VOL/DIA	INDICE DE OCUPACION VEHICULAR	FACTOR	COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO DE RECORRIDO (HRS).	DIAS/AÑO	COSTO POR TIEMPO DE VIAJE (\$)		
Plano	2.61	3150	6.00	A	92.1%	2901	2.6	0.3	68.52	78.03	0.03	365 \$ 1,893,014.35		
				B	1.4%	44	24.2	0.3	68.52	74.44	0.04	365 \$ 280,749.88		
				C	6.5%	205	1.9	0.3	68.52	62.54	0.04	365 \$ 121,812.43		
Por Viajes de Placer = \$ 2,295,576.66														
TOTAL COSTO DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR) ANUAL = \$ 11,222,819.21														

EL COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)											
SITUACIÓN ACTUAL (2024)									COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)		
I Griega - San Francisco del Oro											
COSTOS DE OPERACIÓN ANUAL (COV)									\$ 26,541,638.17		
COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)									\$ 11,222,819.21		
									\$ 37,764,457.38		

Fuente: Elaboración propia



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 16. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación actual**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Libramiento Camargo.

ANÁLISIS DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (COV) ANUAL Libramiento Camargo												
SITUACIÓN ACTUAL				Publicación IMT No. 756 del año 2023 ajustado 2024								
RUTAS	IRI	LONG (km)	T.D.P.A.	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		Fb	Cb	DIAS/AÑO	COV			
				TIPO	%							
Tramo Plano	4.00	8.8	5751	A	40.0%	1.1	6.95	365	\$ 56,461,296.64			
				B	13.0%	1.17	18.39	365	\$ 51,660,855.95			
				C	47.0%	1.22	11.64	365	\$ 123,304,182.75			
				\$ 231,426,335.34								
TOTAL COSTO DE OPERACION VEHICULAR (COV) = \$ 231,426,335.34												

ANÁLISIS DEL COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)																						
Nota técnica 207 (IMT, 2024) Tabla No. 3 2024																						
SITUACIÓN ACTUAL				Valor del tiempo por Trabajo Región Norte 2024 \$ 114.20 Valor del tiempo por Placer Región Norte 2024 \$ 68.52																		
Por Viajes de Trabajo																						
TRAMO	LONG (km)	T.D.P.A.	IRI	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		VOL/DIA	INDICE DE OCUPACION VEHICULAR	FACTOR	COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO DE RECORRIDO (Hrs).											
				TIPO	%						DÍAS/AÑO											
Plano	8.80	5751	4.00	A	40.0%	2300	2.6	0.7	114.20	82.44	0.1067											
				B	13.0%	748	24.2	0.7	114.20	78.61	0.1119											
				C	47.0%	2703	1.9	0.7	114.20	67.16	0.1310											
				\$ 18,628,522.23 \$ 59,096,800.68 \$ 19,634,679.63																		
Por Viajes de Trabajo = \$ 97,360,002.54																						
Por Viajes de Placer																						
TRAMO	LONG (km)	T.D.P.A.	IRI	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		VOL/DIA	INDICE DE OCUPACION VEHICULAR	FACTOR	COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO DE RECORRIDO (HRS).											
				TIPO	%						DÍAS/AÑO											
Plano	8.80	5751	4.00	A	40.0%	2300	2.6	0.3	68.52	82.44	0.11											
				B	13.0%	748	24.2	0.3	68.52	78.61	0.11											
				C	47.0%	2703	1.9	0.3	68.52	67.16	0.13											
				\$ 4,790,191.43 \$ 15,196,320.17 \$ 5,046,917.62																		
Por Viajes de Placer = \$ 25,035,429.22																						
TOTAL COSTO DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR) ANUAL = \$ 122,395,431.76																						

EL COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)											
SITUACIÓN ACTUAL (2024)										COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)	
Libramiento Camargo											
COSTOS DE OPERACIÓN ANUAL (COV)					\$ 231,426,335.34						
COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)					\$ 122,395,431.76					\$ 353,821,767.11	

Fuente: Elaboración propia



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 17. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación actual**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Delicias - Presa Francisco I. Madero.

ANÁLISIS DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (COV) ANUAL											
Delicias - Presa Francisco I. Madero											
SITUACIÓN ACTUAL				Publicación IMT No. 756 del año 2023 ajustado 2024							
RUTAS	IRI	LONG (km)	T.D.P.A.	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		Fb	Cb	DÍAS/AÑO			
				TIPO	%						
Tramo Plano	4.00	8.8	5430	A	7.1%	1.1	6.95	365	\$ 9,419,483.74		
				B	40.2%	1.17	18.39	365	\$ 150,148,913.65		
				C	52.7%	1.22	11.64	365	\$ 129,947,659.68		
								\$ 289,516,057.07			
TOTAL COSTO DE OPERACION VEHICULAR (COV) = \$ 289,516,057.07											

ANÁLISIS DEL COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)														
Nota técnica 207 (IMT, 2024) Tabla No. 3 2024														
SITUACIÓN ACTUAL				Valor del tiempo por Trabajo Región Norte 2024 \$ 114.20 Valor del tiempo por Placer Región Norte 2024 \$ 68.52										
Por Viajes de Trabajo														
TRAMO	LONG (km)	T.D.P.A.	IRI	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		VOL/DIA	INDICE DE OCUPACION VEHICULAR	FACTOR	COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO DE RECORRIDO (Hrs.)			
				TIPO	%									
Plano	8.76	5430	4.00	A	7.1%	386	2.6	0.7	114.20	82.44	0.1063			
				B	40.2%	2183	24.2	0.7	114.20	78.61	0.1114			
				C	52.7%	2862	1.9	0.7	114.20	67.16	0.1304			
Por Viajes de Trabajo = \$ 195,561,386.09														
Por Viajes de Placer														
TRAMO	LONG (km)	T.D.P.A.	IRI	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		VOL/DIA	INDICE DE OCUPACION VEHICULAR	FACTOR	COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO DE RECORRIDO (HRS.)			
				TIPO	%									
Plano	8.76	5430	4.00	A	7.1%	386	2.6	0.3	68.52	82.44	0.11			
				B	40.2%	2183	24.2	0.3	68.52	78.61	0.11			
				C	52.7%	2862	1.9	0.3	68.52	67.16	0.13			
Por Viajes de Placer = \$ 50,287,213.56														
TOTAL COSTO DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR) ANUAL = \$ 245,848,599.65														

EL COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)											
SITUACIÓN ACTUAL (2024)									COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)		
Delicias - Presa Francisco I. Madero											
COSTOS DE OPERACIÓN ANUAL (COV)					\$ 289,516,057.07						
COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)					\$ 245,848,599.65				\$ 535,364,656.72		

Fuente: Elaboración propia



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 18. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación actual**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Meoqui - Julimes.

ANÁLISIS DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (COV) ANUAL									
Meoqui - Julimes									
SITUACIÓN ACTUAL				Publicación IMT No. 756 del año 2023 ajustado 2024					
RUTAS	IRI	LONG (km)	T.D.P.A.	CLASIFICACIÓN VEHICULAR	Fb	Cb	DÍAS/AÑO	COV	
Tramo Plano	4.00	15.0	4,594	TIPO	%				
				A	83.8%	1.1	6.95	365	\$ 161,061,257.30
				B	1.2%	1.17	18.39	365	\$ 6,493,153.97
				C	15.0%	1.22	11.64	365	\$ 53,583,048.76
									\$ 221,137,460.03
TOTAL COSTO DE OPERACION VEHICULAR (COV) = \$ 221,137,460.03									

ANÁLISIS DEL COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)

Nota técnica 207 (IMT, 2024) Tabla No. 3
2024

SITUACIÓN ACTUAL				Nota técnica 207 (IMT, 2024) Tabla No. 3 2024										
Por Viajes de Trabajo				Valor del tiempo por Trabajo Región Norte 2024 \$ 114.20 Valor del tiempo por Placer Región Norte 2024 \$ 68.52										
TRAMO	LONG (km)	T.D.P.A.	IRI	CLASIFICACIÓN VEHICULAR	VOL/DIA	INDICE DE OCUPACION VEHICULAR	FACTOR	COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO DE RECORRIDO (Hrs.)	DÍAS/ AÑO	COSTO POR TIEMPO DE VIAJE (\$)		
Plano	15.00	4594	4.00	A	83.8%	3850	2.6	0.7	114.20	82.44	0.1820	365	\$ 53,139,644.15	
				B	1.2%	55	24.2	0.7	114.20	78.61	0.1908	365	\$ 7,427,763.61	
				C	15.0%	689	1.9	0.7	114.20	67.16	0.2233	365	\$ 8,532,443.69	
Por Viajes de Trabajo = \$ 69,099,851.45														
Por Viajes de Placer				CLASIFICACIÓN VEHICULAR	VOL/DIA	INDICE DE OCUPACION VEHICULAR	FACTOR	COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO DE RECORRIDO (HRS.)	DÍAS/ AÑO	COSTO POR TIEMPO DE VIAJE (\$)		
Plano	15.00	4594	4.00	TIPO	%									
				A	83.8%	3850	2.6	0.3	68.52	82.44	0.18	365	\$ 13,664,479.92	
				B	1.2%	55	24.2	0.3	68.52	78.61	0.19	365	\$ 1,909,996.36	
				C	15.0%	689	1.9	0.3	68.52	67.16	0.22	365	\$ 2,194,056.95	
Por Viajes de Placer = \$ 17,768,533.23														
TOTAL COSTO DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR) ANUAL = \$ 86,868,384.68														

EL COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)

SITUACIÓN ACTUAL (2024)				COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)			
Meoqui - Julimes							
COSTOS DE OPERACIÓN ANUAL (COV)				\$ 221,137,460.03			
COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)				\$ 86,868,384.68			
				\$ 308,005,844.71			

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 19. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación actual**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Acceso al Cereso Chihuahua.

ANÁLISIS DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (COV) ANUAL											
Acceso al Cereso Chihuahua											
SITUACIÓN ACTUAL			Publicación IMT No. 756 del año 2023 ajustado 2024								
RUTAS	IRI	LONG (km)	T.D.P.A.	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		Fb	Cb	DÍAS/AÑO			
				TIPO	%			COV			
Tramo Plano	4.00	1.13	6,277	A	92.8%	1.1	6.95	365	\$ 18,358,760.86		
				B	0.0%	1.17	18.39	365	\$ -		
				C	7.2%	1.22	11.64	365	\$ 2,647,384.24		
								\$ 21,006,145.11			
TOTAL COSTO DE OPERACION VEHICULAR (COV)=								\$ 21,006,145.11			

ANÁLISIS DEL COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)															
Nota técnica 207 (IMT, 2024) Tabla No. 3 2024															
SITUACIÓN ACTUAL			Valor del tiempo por Trabajo Región Norte 2024 \$ 114.20 Valor del tiempo por Placer Región Norte 2024 \$ 68.52												
Por Viajes de Trabajo															
TRAMO	LONG (km)	T.D.P.A.	IRI	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		VOL/DIA	INDICE DE OCUPACION VEHICULAR	FACTOR	COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO DE RECORRIDO (Hrs.)	DÍAS/ AÑO			
				TIPO	%							COSTO POR TIEMPO DE VIAJE (\$)			
Plano	1.13	6,277	4.00	A	92.8%	5825	2.6	0.7	114.20	82.44	0.0137	365	\$ 6,057,186.16		
				B	0.0%	0	24.2	0.7	114.20	78.61	0.0144	365	\$ -		
				C	7.2%	452	1.9	0.7	114.20	67.16	0.0168	365	\$ 421,563.49		
Por Viajes de Trabajo = \$ 6,478,749.65															
Por Viajes de Placer															
TRAMO	LONG (km)	T.D.P.A.	IRI	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		VOL/DIA	INDICE DE OCUPACION VEHICULAR	FACTOR	COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO DE RECORRIDO (HRS.)	DÍAS/ AÑO	COSTO POR TIEMPO DE VIAJE (\$)		
				TIPO	%										
Plano	1.13	6277	4.00	A	92.8%	5825	2.6	0.3	68.52	82.44	0.01	365	\$ 1,557,562.16		
				B	0.0%	0	24.2	0.3	68.52	78.61	0.01	365	\$ -		
				C	7.2%	452	1.9	0.3	68.52	67.16	0.02	365	\$ 108,402.04		
Por Viajes de Placer = \$ 1,665,964.20															
TOTAL COSTO DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR) ANUAL = \$ 8,144,713.85															

EL COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)												
SITUACIÓN ACTUAL (2024)									COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)			
Acceso al Cereso Chihuahua												
COSTOS DE OPERACIÓN ANUAL (COV)					\$ 21,006,145.11							
COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)					\$ 8,144,713.85				\$ 29,150,858.96			

Fuente: Elaboración propia



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 20. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación actual**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Libramiento Cd. Aldama.

ANÁLISIS DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (COV) ANUAL											
Libramiento Cd. Aldama											
SITUACIÓN ACTUAL				Publicación IMT No. 756 del año 2023 ajustado 2024							
RUTAS	IRI	LONG (km)	T.D.P.A.	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		Fb	Cb	DÍAS/AÑO			
				TIPO	%			COV			
Tramo Plano	4.00	4.0	2,496	A	86.3%	1.1	6.95	365	\$ 24,031,461.55		
				B	0.0%	1.17	18.39	365	\$ -		
				C	13.7%	1.22	11.64	365	\$ 7,090,535.75		
								\$ 31,121,997.29			
TOTAL COSTO DE OPERACION VEHICULAR (COV) =								\$ 31,121,997.29			

ANÁLISIS DEL COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)															
Nota técnica 207 (IMT, 2024) Tabla No. 3 2024															
SITUACIÓN ACTUAL				Valor del tiempo por Trabajo Región Norte 2024 \$ 114.20 Valor del tiempo por Placer Región Norte 2024 \$ 68.52											
Por Viajes de Trabajo															
TRAMO	LONG (km)	T.D.P.A.	IRI	CLASIFICACIÓN VEHICULAR	VOL/DIA	INDICE DE OCUPACION VEHICULAR	FACTOR	COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO DE RECORRIDO (Hrs.)	DÍAS/AÑO	COSTO POR TIEMPO DE VIAJE (\$)			
Plano	4.00	2496	4.00	A	86.3%	2154	2.6	0.7	114.20	82.44	0.0485	365	\$ 7,928,805.08		
				B	0.0%	0	24.2	0.7	114.20	78.61	0.0509	365	\$ -		
				C	13.7%	342	1.9	0.7	114.20	67.16	0.0596	365	\$ 1,129,080.90		
Por Viajes de Trabajo = \$ 9,057,885.98															
Por Viajes de Placer															
TRAMO	LONG (km)	T.D.P.A.	IRI	CLASIFICACIÓN VEHICULAR	VOL/DIA	INDICE DE OCUPACION VEHICULAR	FACTOR	COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO DE RECORRIDO (Hrs.)	DÍAS/AÑO	COSTO POR TIEMPO DE VIAJE (\$)			
Plano	4.00	2496	4.00	A	86.3%	2154	2.6	0.3	68.52	82.44	0.05	365	\$ 2,038,835.59		
				B	0.0%	0	24.2	0.3	68.52	78.61	0.05	365	\$ -		
				C	13.7%	342	1.9	0.3	68.52	67.16	0.06	365	\$ 290,335.09		
Por Viajes de Placer = \$ 2,329,170.68															
TOTAL COSTO DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR) ANUAL = \$ 11,387,056.66															

EL COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)																
SITUACIÓN ACTUAL (2024)									COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)							
Libramiento Cd. Aldama																
<table border="1"> <tr> <td>COSTOS DE OPERACIÓN ANUAL (COV)</td> <td>\$ 31,121,997.29</td> </tr> <tr> <td>COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)</td> <td>\$ 11,387,056.66</td> </tr> </table>									COSTOS DE OPERACIÓN ANUAL (COV)	\$ 31,121,997.29	COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)	\$ 11,387,056.66	\$ 42,509,053.95			
COSTOS DE OPERACIÓN ANUAL (COV)	\$ 31,121,997.29															
COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)	\$ 11,387,056.66															

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO
PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 21. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación actual**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Paso por Santa Isabel.

EL COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)		
SITUACIÓN ACTUAL (2024)		COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)
Santa Isabel - Anáhuac Tramo: Paso por Santa Isabel (libre)		
COSTOS DE OPERACIÓN ANUAL (COV)	\$ 75,000,122.95	
COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)	\$ 30,176,527.95	\$ 105,176,650.90

Fuente: Elaboración propia



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 22. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación actual**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col. Juárez.

ANÁLISIS DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (COV) ANUAL										
Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col. Juárez										
SITUACIÓN ACTUAL					Publicación IMT No. 756 del año 2023 ajustado 2024					
R U T A S		IRI	LONG (km)	T.D.P.A.	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		Fb	Cb	DÍAS/AÑO	
					TIPO	%			COV	
Tramo Plano		6.00	4.2	1,328	A	92.2%	1.18	6.95	365	\$ 15,386,237.26
					B	1.4%	1.21	18.39	365	\$ 634,113.67
					C	6.4%	1.3	11.64	365	\$ 1,971,808.67
										\$ 17,992,159.60
TOTAL COSTO DE OPERACION VEHICULAR (COV) = \$ 17,992,159.60										

ANÁLISIS DEL COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)																																																														
Nota técnica 207 (IMT, 2024) Tabla No. 3 2024																																																														
SITUACIÓN ACTUAL					Valor del tiempo por Trabajo Región Norte 2024 \$ 114.20 Valor del tiempo por Placer Región Norte 2024 \$ 68.52																																																									
Por Viajes de Trabajo																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">TRAMO</th><th rowspan="2">LONG (km)</th><th rowspan="2">T.D.P.A.</th><th rowspan="2">IRI</th><th colspan="2">CLASIFICACIÓN VEHICULAR</th><th rowspan="2">VOL/DIA</th><th rowspan="2">INDICE DE OCUPACIÓN VEHICULAR</th><th rowspan="2">FACTOR</th><th rowspan="2">COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)</th><th rowspan="2">VELOCIDAD (Km/hr)</th><th rowspan="2">TIEMPO DE RECORRIDO (Hrs.)</th><th rowspan="2">DIAS/ AÑO</th><th rowspan="2">COSTO POR TIEMPO DE VIAJE (\$)</th></tr> <tr> <th>TIPO</th><th>%</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Plano</td><td rowspan="6">4.20</td><td rowspan="6">1328</td><td rowspan="6">6.00</td><td>A</td><td>92.2%</td><td>1224</td><td>2.6</td><td>0.7</td><td>114.20</td><td>78.03</td><td>0.0538</td><td>365</td><td>\$ 4,999,735.57</td></tr> <tr> <td>B</td><td>1.4%</td><td>19</td><td>24.2</td><td>0.7</td><td>114.20</td><td>74.44</td><td>0.0564</td><td>365</td><td>\$ 740,698.41</td></tr> <tr> <td>C</td><td>6.4%</td><td>85</td><td>1.9</td><td>0.7</td><td>114.20</td><td>62.54</td><td>0.0672</td><td>365</td><td>\$ 316,431.76</td></tr> </tbody> </table>													TRAMO	LONG (km)	T.D.P.A.	IRI	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		VOL/DIA	INDICE DE OCUPACIÓN VEHICULAR	FACTOR	COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO DE RECORRIDO (Hrs.)	DIAS/ AÑO	COSTO POR TIEMPO DE VIAJE (\$)	TIPO	%	Plano	4.20	1328	6.00	A	92.2%	1224	2.6	0.7	114.20	78.03	0.0538	365	\$ 4,999,735.57	B	1.4%	19	24.2	0.7	114.20	74.44	0.0564	365	\$ 740,698.41	C	6.4%	85	1.9	0.7	114.20	62.54	0.0672	365	\$ 316,431.76
TRAMO	LONG (km)	T.D.P.A.	IRI	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		VOL/DIA	INDICE DE OCUPACIÓN VEHICULAR	FACTOR	COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO DE RECORRIDO (Hrs.)	DIAS/ AÑO					COSTO POR TIEMPO DE VIAJE (\$)																																													
				TIPO	%																																																									
Plano	4.20	1328	6.00	A	92.2%	1224	2.6	0.7	114.20	78.03	0.0538	365	\$ 4,999,735.57																																																	
				B	1.4%	19	24.2	0.7	114.20	74.44	0.0564	365	\$ 740,698.41																																																	
				C	6.4%	85	1.9	0.7	114.20	62.54	0.0672	365	\$ 316,431.76																																																	
Por Viajes de Trabajo = \$ 6,056,865.74																																																														
Por Viajes de Placer																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">TRAMO</th><th rowspan="2">LONG (km)</th><th rowspan="2">T.D.P.A.</th><th rowspan="2">IRI</th><th colspan="2">CLASIFICACIÓN VEHICULAR</th><th rowspan="2">VOL/DIA</th><th rowspan="2">INDICE DE OCUPACIÓN VEHICULAR</th><th rowspan="2">FACTOR</th><th rowspan="2">COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)</th><th rowspan="2">VELOCIDAD (Km/hr)</th><th rowspan="2">TIEMPO DE RECORRIDO (HRS.)</th><th rowspan="2">DIAS/ AÑO</th><th rowspan="2">COSTO POR TIEMPO DE VIAJE (\$)</th></tr> <tr> <th>TIPO</th><th>%</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Plano</td><td rowspan="5">4.20</td><td rowspan="5">1328</td><td rowspan="5">6.00</td><td>A</td><td>92.2%</td><td>1224</td><td>2.6</td><td>0.3</td><td>68.52</td><td>78.03</td><td>0.05</td><td>365</td><td>\$ 1,285,646.29</td></tr> <tr> <td>B</td><td>1.4%</td><td>19</td><td>24.2</td><td>0.3</td><td>68.52</td><td>74.44</td><td>0.06</td><td>365</td><td>\$ 190,465.30</td></tr> <tr> <td>C</td><td>6.4%</td><td>85</td><td>1.9</td><td>0.3</td><td>68.52</td><td>62.54</td><td>0.07</td><td>365</td><td>\$ 81,368.17</td></tr> </tbody> </table>													TRAMO	LONG (km)	T.D.P.A.	IRI	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		VOL/DIA	INDICE DE OCUPACIÓN VEHICULAR	FACTOR	COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO DE RECORRIDO (HRS.)	DIAS/ AÑO	COSTO POR TIEMPO DE VIAJE (\$)	TIPO	%	Plano	4.20	1328	6.00	A	92.2%	1224	2.6	0.3	68.52	78.03	0.05	365	\$ 1,285,646.29	B	1.4%	19	24.2	0.3	68.52	74.44	0.06	365	\$ 190,465.30	C	6.4%	85	1.9	0.3	68.52	62.54	0.07	365	\$ 81,368.17
TRAMO	LONG (km)	T.D.P.A.	IRI	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		VOL/DIA	INDICE DE OCUPACIÓN VEHICULAR	FACTOR	COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO DE RECORRIDO (HRS.)	DIAS/ AÑO					COSTO POR TIEMPO DE VIAJE (\$)																																													
				TIPO	%																																																									
Plano	4.20	1328	6.00	A	92.2%	1224	2.6	0.3	68.52	78.03	0.05	365	\$ 1,285,646.29																																																	
				B	1.4%	19	24.2	0.3	68.52	74.44	0.06	365	\$ 190,465.30																																																	
				C	6.4%	85	1.9	0.3	68.52	62.54	0.07	365	\$ 81,368.17																																																	
Por Viajes de Placer = \$ 1,557,479.76																																																														
TOTAL COSTO DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR) ANUAL = \$ 7,614,345.51																																																														

EL COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)																
SITUACIÓN ACTUAL (2024)										COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)						
Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col. Juárez																
COSTOS DE OPERACIÓN ANUAL (COV)							\$ 17,992,159.60									
COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)							\$ 7,614,345.51									
							\$ 25,606,505.11									

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 23. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación actual**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc.

ANÁLISIS DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (COV) ANUAL Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc												
SITUACIÓN ACTUAL				Publicación IMT No. 756 del año 2023 ajustado 2024								
R U T A S	IRI	LONG (km)	T.D.P.A.	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		Fb	Cb	DÍAS/AÑO	COV			
				TIPO	%							
Tramo Plano	6.00	3.94	280	A	85.3%	1.18	6.95	365	\$ 2,815,512.26			
				B	1.1%	1.21	18.39	365	\$ 98,545.92			
				C	13.6%	1.3	11.64	365	\$ 828,763.46			
				\$ 3,742,821.64								
TOTAL COSTO DE OPERACION VEHICULAR (COV) = \$ 3,742,821.64												

ANÁLISIS DEL COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)															
Nota técnica 207 (IMT, 2024) Tabla No. 3 2024															
SITUACIÓN ACTUAL				Valor del tiempo por Trabajo Región Norte 2024 \$ 114.20 Valor del tiempo por Placer Región Norte 2024 \$ 68.52											
Por Viajes de Trabajo															
TRAMO	LONG (km)	T.D.P.A.	IRI	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		VOL/DIA	INDICE DE OCUPACION VEHICULAR	FACTOR	COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO DE RECORRIDO (Hrs.)	DÍAS/AÑO			
				TIPO	%										
Plano	3.94	280	6.00	A	85.3%	239	2.6	0.7	114.20	78.03	0.0505	365			
				B	1.1%	3	24.2	0.7	114.20	74.44	0.0529	365			
				C	13.6%	38	1.9	0.7	114.20	62.54	0.0630	365			
Por Viajes de Trabajo = \$ 1,163,004.85															
Por Viajes de Placer															
TRAMO	LONG (km)	T.D.P.A.	IRI	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		VOL/DIA	INDICE DE OCUPACION VEHICULAR	FACTOR	COSTO DEL TIEMPO POR PERSONA (\$/hr)	VELOCIDAD (Km/hr)	TIEMPO DE RECORRIDO (Hrs.)	DÍAS/AÑO			
				TIPO	%										
Plano	3.94	280	6.00	A	85.3%	239	2.6	0.3	68.52	78.03	0.05	365			
				B	1.1%	3	24.2	0.3	68.52	74.44	0.05	365			
				C	13.6%	38	1.9	0.3	68.52	62.54	0.06	365			
Por Viajes de Placer = \$ 299,058.39															
TOTAL COSTO DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR) ANUAL = \$ 1,462,063.25															

EL COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)												
SITUACIÓN ACTUAL (2024)									COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)			
Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc												
COSTOS DE OPERACIÓN ANUAL (COV)					\$ 3,742,821.64							
COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)					\$ 1,462,063.25				\$ 5,204,884.89			

Fuente: Elaboración propia



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 24. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación actual**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc.

ANÁLISIS DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR (COV) ANUAL

Ramal a Ex Hacienda de San Diego

SITUACIÓN ACTUAL

Publicación IMT No. 756 del año 2023 ajustada 2024

RUTAS	IRI	LONG (km)	T.D.P.A.	CLASIFICACIÓN VEHICULAR		Fb	Cb	DIAS/AÑO	COV			
				TIPO	%							
Tramo Plano	6.00	1.2	158	A	88.6%	1.18	6.95	365	\$ 502,604.29			
				B	0.6%	1.21	18.39	365	\$ 9,238.07			
				C	10.8%	1.3	11.64	365	\$ 113,109.61			



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 25. Resumen de análisis del Costo Generalizado de Viaje (CGV) de la situación actual (2024) (Fuente: Elaboración propia)

No.	CAMINO	COSTOS DE OPERACIÓN ANUAL (COV)	COSTOS DEL TIEMPO DE RECORRIDO (CTR)	COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (CGV)
	Residencia Cuauhtémoc			
01	Santa Isabel - Anahuac	\$ 146,598,435.55	\$ 55,448,948.17	\$ 202,047,383.72
02	Distribuidor Vial La Junta	\$ 31,186,681.28	\$ 12,528,704.28	\$ 43,715,385.56
	Residencia Parral			
03	Parral - El Granillo	\$ 306,127,708.72	\$ 133,856,666.06	\$ 439,984,374.78
04	I Griega - San Francisco del Oro	\$ 26,541,638.17	\$ 11,222,819.21	\$ 37,764,457.38
05	Libramiento Camargo	\$ 231,426,335.34	\$ 122,395,431.76	\$ 353,821,767.10
	Residencia Delicias			
06	Delicias - Presa Francisco I. Madero	\$ 289,516,057.07	\$ 245,848,599.65	\$ 535,364,656.72
07	Meoqui - Julimes	\$ 221,137,460.03	\$ 86,868,384.68	\$ 308,005,844.71
	Residencia Chihuahua			
08	Acceso al Cereso Chihuahua	\$ 21,006,145.11	\$ 8,144,713.85	\$ 29,150,858.96
09	Libramiento Cd. Aldama	\$ 31,121,997.29	\$ 11,387,056.66	\$ 42,509,053.95
10	Santa Isabel - Anáhuac Tramo: Paso por Santa Isabel (libre)	\$ 75,000,122.95	\$ 30,176,527.95	\$ 105,176,650.90
	Residencia Ahumada			
11	Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col. Juárez	\$ 17,992,159.60	\$ 7,614,345.51	\$ 25,606,505.11
12	Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc	\$ 3,742,821.64	\$ 1,462,063.25	\$ 5,204,884.89
13	Ramal a Ex Hacienda de San Diego	\$ 624,951.98	\$ 241,702.04	\$ 866,654.02
		\$1,402,022,514.73	\$ 727,195,963.07	\$ 2,129,218,477.80

$$CGV = COV + CTR = \$ 1,402,022,514.73 + \$ 727,195,963.07 = \$ 2,129,218,477.80$$

3) Problemática de la situación actual

Con el análisis de los dos puntos anteriores, se puede observar que la problemática que se ha identificado claramente en los tramos en estudio, es de que se están presentado un **Alto Costos Generalizado de Viaje** (CGV = 2,129.22 MDPA) para los usuarios de estas vías de comunicación, esto debido al grado de deterioro en que se encuentra la superficie del pavimento (IRI de 4 a 6.0), originando con esta situación un **Alto Costo de Operación Vehiculares** (COV = 1,402.02 MDPA), repercutiendo en bajas velocidades de los vehículos e incrementando con ello el **Costo del Tiempo de Recorrido** (CTR = 727.2 MDPA) de los pasajeros, afectando con ello directamente la economía de la población de esta región del estado de Chihuahua, por lo que es la problemática que claramente se pretende resolver con la implementación de este proyecto, es **reducir al mínimo el Costos Generalizados de Viaje (CGV)**.

$$CGV = COV + CTR = \$ 2,129,218,477.80$$

III. Situación sin el del Proyecto de inversión

a) Optimizaciones

Una vez realizado el diagnóstico de la situación actual y definida la problemática que da origen al desarrollo del proyecto, se deben considerar las acciones de optimización, es decir, medidas o acciones de “bajo costo” que reduzcan la problemática identificada de la situación actual y que permitan mejorar las condiciones actuales de la vía. Esto con el propósito de no atribuirle beneficios al proyecto que no le corresponden.

Para mejorar la situación actual se identificó como medidas de optimización los trabajos de mantenimiento rutinario y periódico que ha llevado a cabo las diferentes residencias de conservación durante la operación de los tramos en estudio, estos trabajos consisten básicamente en realizar bacheos y renivelaciones en tramos aislados, aplicación de riegos de sello y sobre carpetas en tramos parciales y el mejoramiento del señalamiento horizontal y vertical. Sin embargo, con **estas acciones no se solventa la necesidad de mejorar las condiciones físicas de la infraestructura en la zona**, ya que las velocidades y los tiempos de recorrido no mejorarían de manera significativa.

El seguir manteniendo de esta forma las condiciones físicas del camino, como única alternativa, no es la opción más recomendable, ya que debido a las condiciones físicas de la superficie de rodamiento (**IRI de 4.0 a 6.0**), sería una solución temporal y de muy corto plazo, lo que obligaría a reconsiderar nuevamente alguna otra alternativa que dé solución de forma permanente a los problemas derivados del mal estado físico que guarda la infraestructura de los tramos en estudio.

Las condiciones de los caminos en estudio se modifican de manera poco significativa de la situación sin actual, debido a que el impacto de las medidas de optimización en el estado actual de la superficie de rodamiento es mínimo, por lo que la situación actual, se considera como la situación sin proyecto.



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

b) Análisis de la Oferta

Bajo la situación optimizada, se mantienen las condiciones originales de las características físicas y geométricas de los tramos de la red estatal de carreteras alimentadoras del estado de Chihuahua, estos tramos carreteros se clasifican como caminos tipo A4, B y D. La longitud total de los tramos que se reconstruirán es de 109.23 Km, el tipo de superficie de rodamiento es a base de un pavimento de concreto asfáltico. Los tramos cuentan con una superficie a base de carpeta asfáltica que presenta un grado de deterioro considerable (IRI de 4.0 a 6.0), cuentan con un sistema de drenaje y señalamiento horizontal y vertical, operando adecuadamente. Las características físicas y geométricas de los tramos en estudio para la situación sin proyecto, fueron recabadas en el trabajo de campo y se resumen en la tabla siguiente:

Tabla No. 26. Características físicas y geométricas de los tramos en estudio, bajo la “**situación sin proyecto**”

No.	CAMINO	LONGITUD TRATADA (Km)	TIPO DE CARRETERA	TIPO DE TERRENO	NUMERO DE CARRILES	ANCHO DE CARRIL (M)	FRANJA CENTRAL (M)	ANCHO DE CALIZADA (M)	ANCHO DE CORONA (M)	ACOTAMIENTO (M)	SUPERFICIE DE RODAMIENTO	INDICE DE REGULARIDAD PROMEDIO (IRI)	ESTADO FÍSICO DEL PAVIMENTO
	Residencia Cauhtemoc												
01	Santa Isabel - Anahuac	42.60	D	PLANO	2.00	3.40	NO CUENTA	6.8	6.8	NO CUENTA	ASFÁLTICA	6.0	REGULAR A MALO
02	Distribuidor Vial La Junta	2.80	A4	PLANO	4.00	3.50	22.00	9.0	42.0	2.0	ASFÁLTICA	4.0	REGULAR
	Residencia Parral												
03	Parral - El Granillo	8.00	A4	PLANO	4.00	4.00	4.65	9.0	22.5	1.0	ASFÁLTICA	4.0	REGULAR
04	I Griega - San Francisco del Oro	2.61	D	PLANO	2.00	3.80	NO CUENTA	7.6	11.0	1.7	ASFÁLTICA	6.0	REGULAR A MALO
05	Libramiento Camargo	8.80	A4	PLANO	4.00	3.58	2.70	7.15	18.2	0.6	ASFÁLTICA	4.0	REGULAR
	Residencia Delicias												
06	Delicias - Presa Francisco I. Madero	8.76	D	PLANO	2.00	3.07	NO CUENTA	6.15	6.15	NO CUENTA	ASFÁLTICA	4.0	REGULAR
07	Meoqui - Juárez	15.00	D	PLANO	2.00	3.25	NO CUENTA	6.5	6.5	NO CUENTA	ASFÁLTICA	4.0	REGULAR
	Residencia Chihuahua												
08	Acceso al Cereso Chihuahua	1.13	D	PLANO	2.00	4.00	NO CUENTA	8.0	9.0	0.5	ASFÁLTICA	4.0	REGULAR
09	Libramiento Cd. Aldama	4.00	B	PLANO	2.00	3.75	NO CUENTA	7.5	12.5	2.5	ASFÁLTICA	4.0	REGULAR
10	Santa Isabel - Anáhuac Tramo: Paso por Santa Isabel (libre)	6.19	D	PLANO	2.00	3.50	NO CUENTA	7.0	7.0	NO CUENTA	ASFÁLTICA	4.0	REGULAR
	Residencia Ahumada												
11	Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col. Juárez	4.20	D	PLANO	2.00	2.85	NO CUENTA	5.7	5.7	NO CUENTA	ASFÁLTICA	6.0	REGULAR A MALO
12	Colonia Juárez - Colonia Cuautémoc	3.94	D	PLANO	2.00	3.75	NO CUENTA	7.5	9.0	0.8	ASFÁLTICA	6.0	REGULAR A MALO
13	Ramal a Ex Hacienda de San Diego	1.20	D	PLANO	2.00	3.50	NO CUENTA	7.0	7.0	NO CUENTA	ASFÁLTICA	6.0	REGULAR A MALO
		109.23											

(Fuente: Elaboración propia con base a las características geométricas de la vía obtenidas en campo)

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

c) Análisis de la demanda

Con la implementación de las medidas de optimización no se espera un impacto en la demanda de la situación actual, por lo que para la situación sin proyecto se considerara la misma demanda estimada de la situación actual, los datos de la demanda de la situación sin proyecto se obtuvieron del estudio de transito realizado a los tramos en estudio.

Para la proyección de la demanda (TDPA) de la situación sin proyecto, a lo largo del horizonte de proyecto evaluado, se considera una **tasa de crecimiento anual (r)** la cual fue estimada para cada tramo en estudio, para lo cual se aplicará la siguiente ecuación:

$$TDPA_t = TDPA_{t-1}(1 + r)$$

Dónde:

$TDPA$ Tránsito normal, en veh./día

t el año durante el horizonte de la evaluación, en años.

r es la tasa anual del crecimiento del tránsito, en decimal.

Tabla No. 27. Demanda de la situación sin proyecto y la tasa de crecimiento del Transito Diario Promedio Anual (TDPA) (r) de los tramos en estudio

No.	CAMINO	LONGITUD TRATADA (Km)	IRI	TDPA (VEH/DÍA) 2024	Tasa de Crecimiento r (%)	VEHICULOS TIPO A (%)	VEHICULOS TIPO B (%)	VEHICULOS TIPO C (%)
Residencia Cuahtemoc								
01	Santa Isabel - Anahuac	42.60	6.0	1,073	3.88	91.5%	0.0%	8.5%
02	Distribuidor Vial La Junta	2.80	4.0	3,322	4.13	78.8%	2.1%	19.1%
Residencia Parral								
03	Parral - El Granillo	8.00	4.0	11,595	2.50	82.0%	3.0%	15.0%
04	I Griega - San Francisco del Oro	2.61	4.0	3,150	2.50	92.1%	1.4%	6.5%
05	Libramiento Carrasco	8.80	4.0	5,751	3.74	40.0%	13.0%	47.0%
Residencia Delicias								
06	Delicias - Presa Francisco I. Madero	8.76	4.0	5,430	2.62	7.1%	40.2%	52.7%
07	Meoqui - Julimes	15.00	4.0	4,594	2.62	83.8%	1.2%	15.0%
Residencia Chihuahua								
08	Acceso al Cerero Chihuahua	1.13	4.0	6,277	3.81	92.8%	0.0%	7.2%
09	Libramiento Cd. Aldama	4.00	4.0	2,496	11.88	86.3%	0.0%	13.7%
10	Santa Isabel - Anáhuac Tramo: Paso por Santa Isabel (libre)	6.19	4.0	4,228	3.88	96.8%	0.0%	3.2%
Residencia Ahumada								
11	Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col. Juárez	4.20	4.0	1,328	5.60	92.2%	1.4%	6.4%
12	Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc	3.94	4.0	280	5.60	85.3%	1.1%	13.6%
13	Ramal a Ex Hacienda de San Diego	1.20	4.0	158	5.60	88.6%	0.6%	10.8%

(Fuente propia).

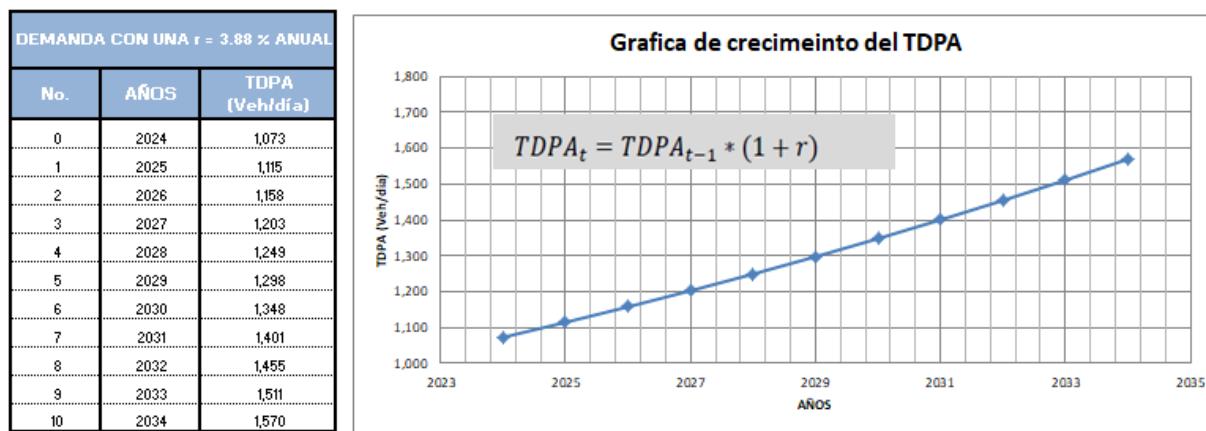


ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

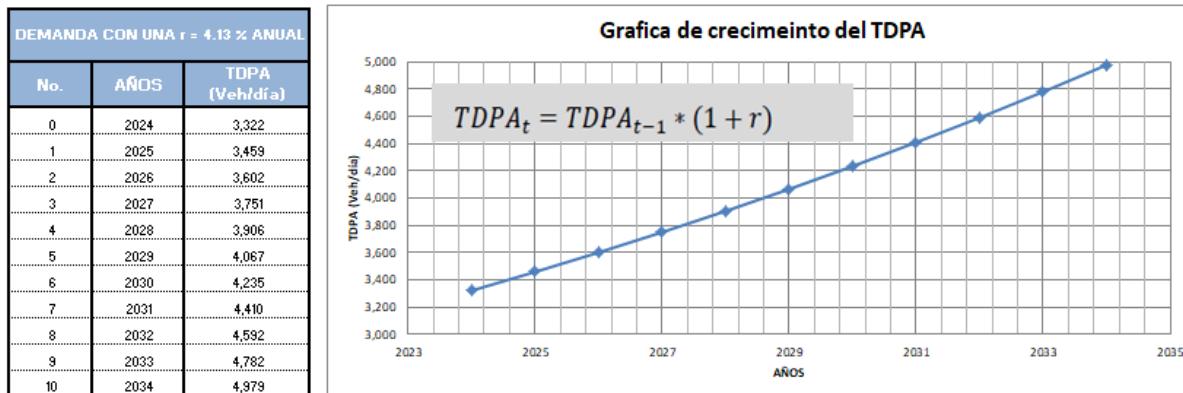
En las siguientes figuras, se presenta la proyección de la demanda de la situación sin proyecto, utilizando la ecuación mencionada anteriormente y las tasas de crecimiento anual del Transito Diario Promedio Anual (TDPA) respectivas, para cada uno de los tramos en estudio, para un periodo de 10 años, que es la vida útil esperada de los trabajos de reconstrucción de los tramos en estudio.

Tabla No. 28. Proyección de la demanda (TDPA) de la “situación sin proyecto” del tramo: Santa Isabel – Anáhuac.



(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

Tabla No. 29. Proyección de la demanda (TDPA) de la “situación sin proyecto” del tramo: Distribuidor Vial La Junta.

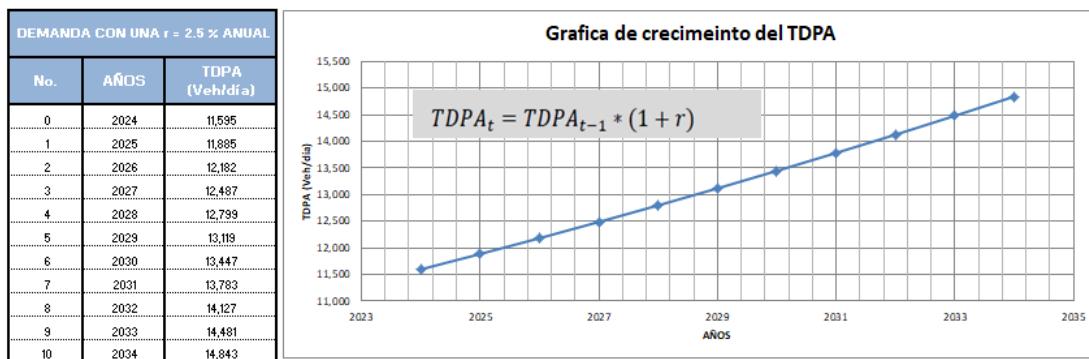


(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

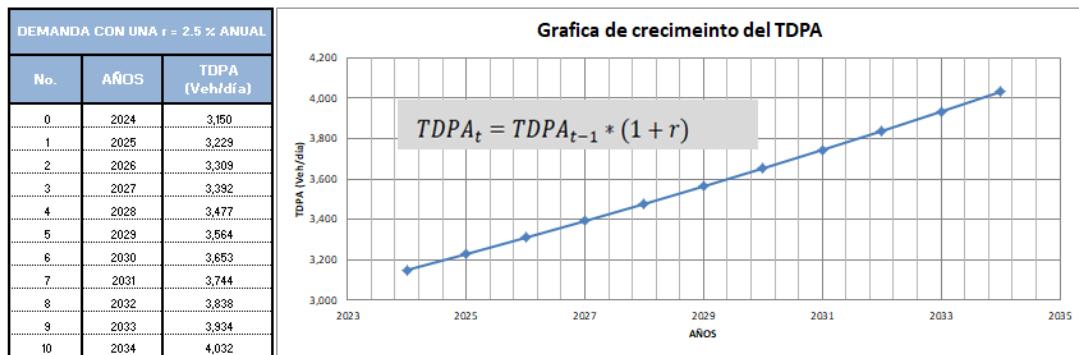
PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 30. Proyección de la demanda (TDPA) de la “situación sin proyecto” del tramo: Parral - El Granillo.



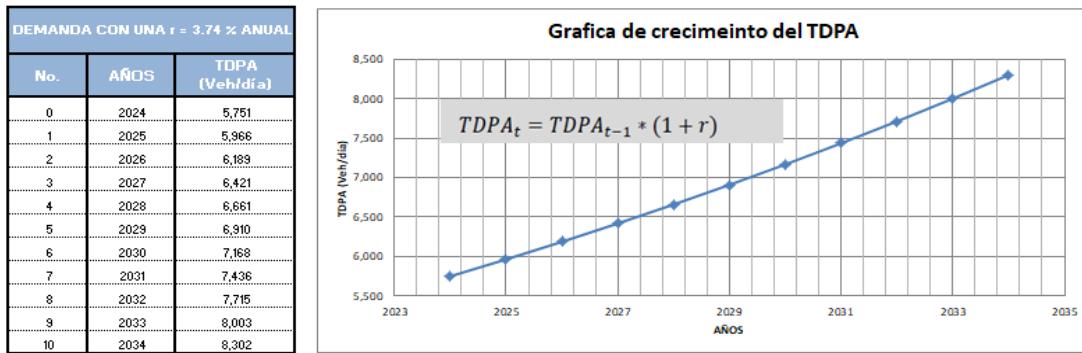
(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

Tabla No. 31. Proyección de la demanda (TDPA) de la “situación sin proyecto” del tramo: I Griega - San Francisco del Oro.



(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

Tabla No. 32. Proyección de la demanda (TDPA) de la “situación sin proyecto” del tramo: Libramiento Camargo.

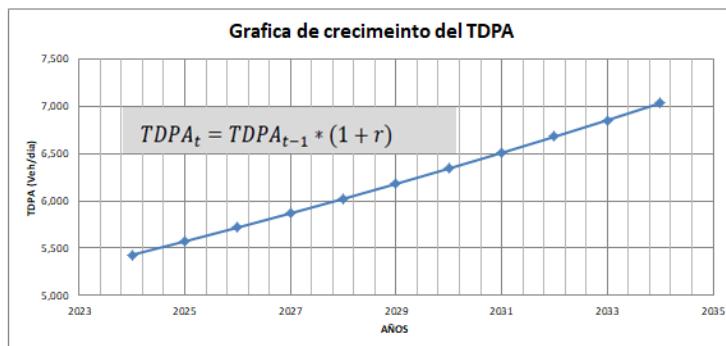


(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 33. Proyección de la demanda (TDPA) de la “situación sin proyecto” del tramo:
Delicias - Presa Francisco I. Madero.

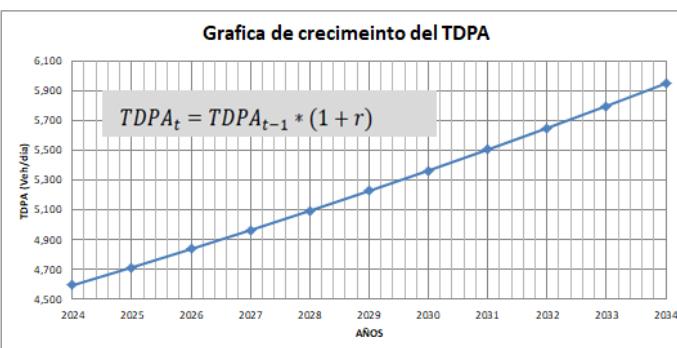
DEMANDA CON UNA $r = 2.62\% \text{ ANUAL}$		
No.	AÑOS	TDPA (Veh/día)
0	2024	5,430
1	2025	5,572
2	2026	5,718
3	2027	5,868
4	2028	6,022
5	2029	6,180
6	2030	6,341
7	2031	6,508
8	2032	6,678
9	2033	6,853
10	2034	7,033



(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

Tabla No. 34. Proyección de la demanda (TDPA) de la “situación sin proyecto” del tramo:
Meoqui - Julimes.

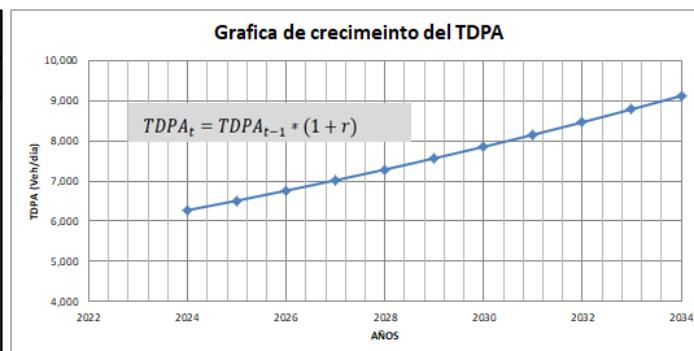
DEMANDA CON UNA $r = 2.62\% \text{ ANUAL}$		
No.	AÑOS	TDPA (Veh/día)
0	2024	4,594
1	2025	4,714
2	2026	4,838
3	2027	4,965
4	2028	5,095
5	2029	5,228
6	2030	5,365
7	2031	5,506
8	2032	5,650
9	2033	5,798
10	2034	5,950



(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

Tabla No. 35. Proyección de la demanda (TDPA) de la “situación sin proyecto” del tramo:
Acceso al Cereso Chihuahua.

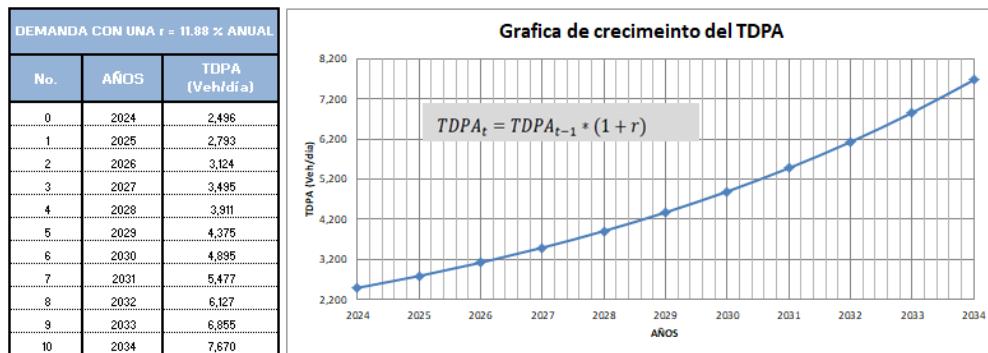
DEMANDA CON UNA $r = 3.81\% \text{ ANUAL}$		
No.	AÑOS	TDPA (Veh/día)
0	2024	6,277
1	2025	6,516
2	2026	6,764
3	2027	7,022
4	2028	7,290
5	2029	7,567
6	2030	7,856
7	2031	8,155
8	2032	8,466
9	2033	8,788
10	2034	9,123



(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

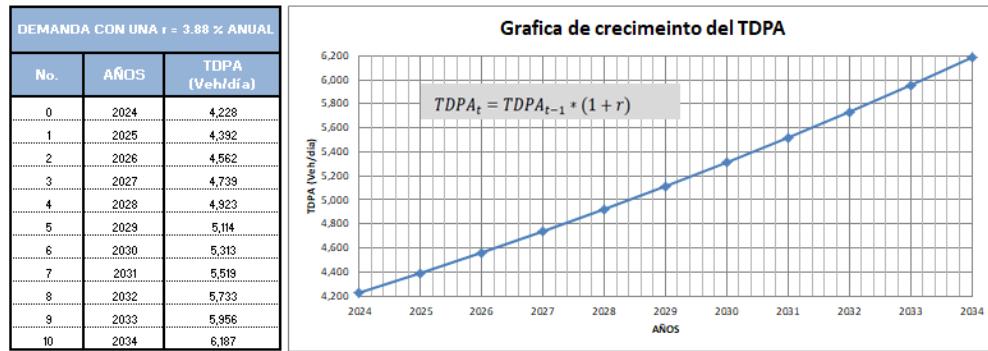
ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 36. Proyección de la demanda (TDPA) de la “situación sin proyecto” del tramo:
Libramiento Cd. Aldama.



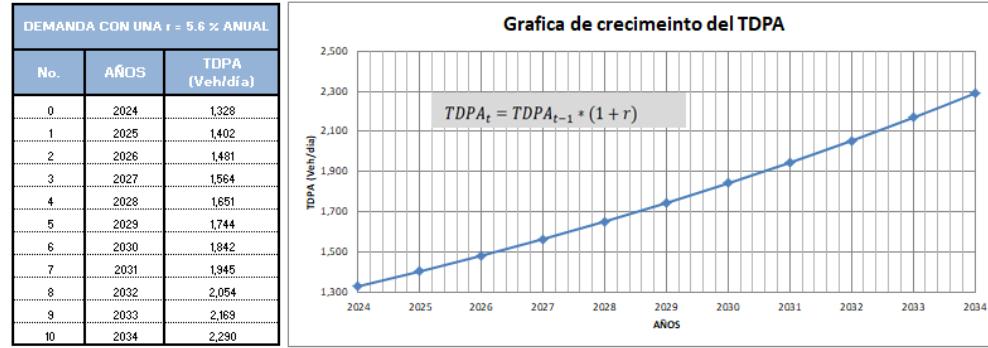
(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

Tabla No. 37. Proyección de la demanda (TDPA) de la “situación sin proyecto” del tramo: Paso por Santa Isabel (libre).



(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

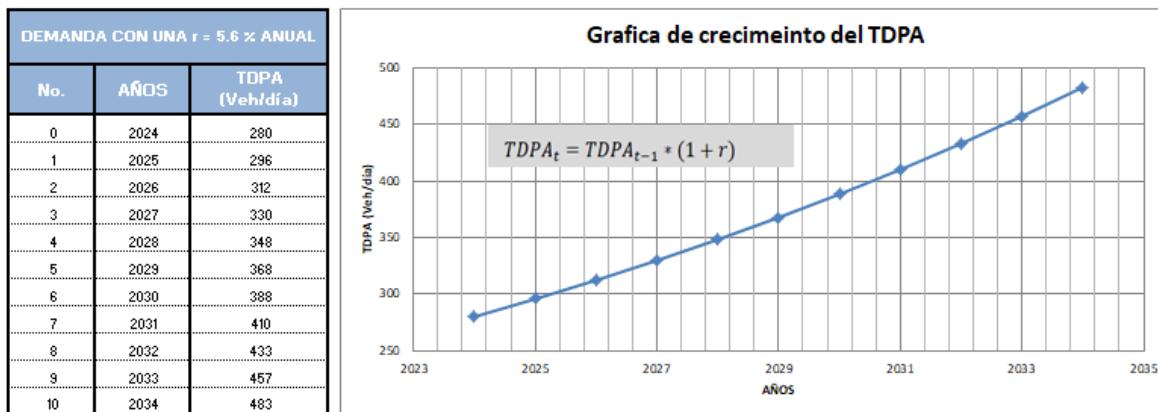
Tabla No. 38. Proyección de la demanda (TDPA) de la “situación sin proyecto” del tramo: Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col. Juárez.



(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

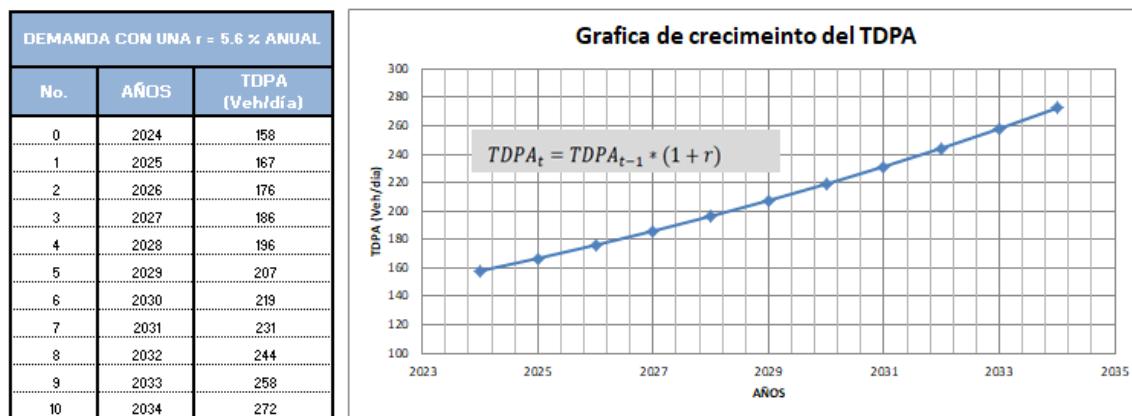
ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 39. Proyección de la demanda (TDPA) de la “situación sin proyecto” del tramo: Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc.



(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

Tabla No. 40. Proyección de la demanda (TDPA) de la “situación sin proyecto” del tramo: Ramal a Ex Hacienda de San Diego.



(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

De acuerdo con la metodología propuesta para la estimación del Costo Generalizado de Viaje (CGV) de la situación sin proyecto, se utilizará un índice de ocupación por tipo de vehículo de 2.6 personas para vehículos tipo A, 24.2 personas para vehículos tipo B y 1.9 personas para vehículos tipo C.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

d) Diagnóstico de la interacción Oferta-Demanda

Una vez incorporadas las acciones de optimización, la interacción entre la oferta y la demanda de la situación sin proyecto, se reflejará directamente el Costo Generalizado de Viaje (CGV), para lo cual se calcularan estos costos a lo largo del horizonte de proyecto, considerando la proyección de la demanda esperada (TDPA), evaluando así el Costo de Operación Vehicular (COV) anual, la velocidad promedio de operación de los vehículos y por consiguiente la valoración del Costo de Tiempo de Recorrido (CTR) anual de los pasajeros que viajan en los vehículos.

En la tabla siguiente se presentan las velocidades promedio de operación obtenidas en campo de los vehículos de la situación sin proyecto, las cuales son las mismas de la situación actual, estas velocidades fueron utilizadas para posteriormente calcular el Costo Generalizado de Viaje (CGV) de la situación sin proyecto.

Tabla No. 41. Velocidades promedio de operación de la “situación sin proyecto”

TIPO DE VEHÍCULO	VELOCIDAD PROMEDIO DE OPERACIÓN (IRI = 4)	VELOCIDAD PROMEDIO DE OPERACIÓN (IRI = 6)
Vehículo Ligero (A)	82.44 Km/hr.	78.03 Km/hr.
Autobuses (B)	78.61 Km/hr.	74.44 Km/hr.
Camión de Carga (C)	67.16 Km/hr.	62.54 Km/hr.

Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.

Para calcular el Costo de Operación Vehicular (COV) de la situación sin proyecto, se recurre a la publicación técnica del Instituto Mexicano el Trasporte (IMT) No. 756 “*Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2023*”, que toma como referencia los modelos matemáticos desarrollados por el Banco Mundial, que utiliza un programa de computo denominado *Vehicle Operating Costs* (VOC) adaptando a las características mexicanas, obteniendo así los costos de operación base y los factores de ajuste a estos, según las características de la carretera a estudiar (IRI), los costos de operación base se ajustaron mediante el índice precio productor (IPP) del INEGI a junio del 2024.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Para calcular el Costo de Operación Vehicular (COV) anual de la situación sin proyecto, se evaluó un periodo de 10 años, que es el horizonte de proyecto, empleado el TDPA para cada año, con la siguiente ecuación:

$$COV = F_b \times CB \times TDPA \times 365 \times Long.$$

Dónde:

COV Costo de operación vehicular anual, para todos los vehículos en cada año.

F_b Factor de costo de operación base, para el tipo de vehículo, tipo de terreno y estado de la superficie del camino.

CB Costo de operación base del vehículo, obtenida de publicación No. 756 (IMT).

TDPA Transito diario promedio Anual del vehículo.

Para el cálculo del Costo de Tiempo de Recorrido (CTR) de la situación sin proyecto, se utilizó la información de la nota Técnica No. 201 del Instituto Mexicano el Transporte (IMT), en la que se considera el valor del tiempo de las personas por concepto de trabajo y por placer publicados en febrero del 2024, considerando que del total de los viaje, el 70% son por trabajo y el 30% por placer.

Para evaluar el Costo de Tiempo de Recorrido (CTR) anual de la situación sin proyecto, se analizó un periodo de 10 años, que es el horizonte de proyecto, empleado el TDPA para cada año, con la siguiente ecuación:

$$CTR = TDPA \times Indice\ de\ Ocup.\times Factor \times Costo\ tiempo \times 365$$

Dónde:

CTR Costo del Tiempo de Recorrido (CTR) anual

TDPA Transito diario promedio Anual del vehículo.

Factor El Factor por trabajo o placer del objeto del viaje

Costo Tiempo El valor del tiempo de las personas por concepto de trabajo y por placer.

En las tablas siguientes se presentan los resultados de los cálculos del Costo generalizado de Viaje (CGV) de la situación sin proyecto de los tramos en estudio, evaluando a un horizonte de proyecto de 10 años de operación y un año de ejecución o construcción.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 42. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación sin proyecto**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Santa Isabel - Anáhuac.

Años	t	Publicación 756 IMT						Con un IRI de: 6						Costos Totales (Pesos por Año)					
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)			Costos de Operación Vehicular (\$/km)			Tiempo de Recorrido (Horas)			Situación Sin Proyecto					
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	AÑO	COV	CTR	CGV	
2024	0	1,073	982	0	91	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.55	0.57	0.68	2024	\$ 146,693,912.82	\$ 55,448,948.17	\$ 202,142,860.99	
2025	1	1,115	1,020	0	95	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.55	0.57	0.68	2025	\$ 152,385,636.64	\$ 57,600,367.36	\$ 209,986,003.99	
2026	2	1,158	1,059	0	98	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.55	0.57	0.68	2026	\$ 158,298,199.34	\$ 59,835,261.61	\$ 218,134,460.95	
2027	3	1,203	1,101	0	102	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.55	0.57	0.68	2027	\$ 164,440,169.47	\$ 62,156,869.76	\$ 226,597,039.23	
2028	4	1,249	1,143	0	106	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.55	0.57	0.68	2028	\$ 170,820,448.05	\$ 64,568,556.31	\$ 235,389,004.35	
2029	5	1,298	1,188	0	110	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.55	0.57	0.68	2029	\$ 177,448,281.43	\$ 67,073,816.29	\$ 244,522,097.72	
2030	6	1,348	1,234	0	115	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.55	0.57	0.68	2030	\$ 184,333,274.75	\$ 69,676,280.36	\$ 254,009,555.11	
2031	7	1,401	1,282	0	119	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.55	0.57	0.68	2031	\$ 191,485,405.81	\$ 72,379,720.04	\$ 263,865,125.85	
2032	8	1,455	1,331	0	124	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.55	0.57	0.68	2032	\$ 198,915,039.56	\$ 75,188,053.18	\$ 274,103,092.74	
2033	9	1,511	1,383	0	128	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.55	0.57	0.68	2033	\$ 206,632,943.09	\$ 78,105,349.64	\$ 284,738,292.73	
2034	10	1,570	1,437	0	133	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.55	0.57	0.68	2034	\$ 214,650,301.28	\$ 81,135,837.21	\$ 295,786,138.49	

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 43. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación sin proyecto**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Distribuidor Vial La Junta.

Años	t	Publicación 756 IMT						Con un IRI de: 4						Costos Totales (Pesos por Año)					
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)			Costos de Operación Vehicular (\$/km)			Tiempo de Recorrido (Horas)			Situación Sin Proyecto					
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	AÑO	COV	CTR	CGV	
2024	0	3,322	2,618	70	635	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.03	0.04	0.04	2024	\$ 31,221,056.66	\$ 12,565,162.95	\$ 43,786,219.61	
2025	1	3,459	2,726	73	661	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.03	0.04	0.04	2025	\$ 32,510,486.30	\$ 13,084,104.18	\$ 45,594,590.48	
2026	2	3,602	2,838	76	688	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.03	0.04	0.04	2026	\$ 33,853,169.38	\$ 13,624,477.68	\$ 47,477,647.07	
2027	3	3,751	2,956	79	716	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.03	0.04	0.04	2027	\$ 35,251,305.28	\$ 14,187,168.61	\$ 49,438,473.89	
2028	4	3,906	3,078	82	746	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.03	0.04	0.04	2028	\$ 36,707,184.19	\$ 14,773,098.67	\$ 51,480,282.86	
2029	5	4,067	3,205	85	777	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.03	0.04	0.04	2029	\$ 38,223,190.90	\$ 15,383,227.65	\$ 53,606,418.54	
2030	6	4,235	3,337	89	809	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.03	0.04	0.04	2030	\$ 39,801,808.68	\$ 16,018,554.95	\$ 55,820,363.63	
2031	7	4,410	3,475	93	842	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.03	0.04	0.04	2031	\$ 41,445,623.38	\$ 16,680,121.27	\$ 58,125,744.65	
2032	8	4,592	3,619	96	877	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.03	0.04	0.04	2032	\$ 43,157,327.62	\$ 17,369,010.28	\$ 60,526,337.90	
2033	9	4,782	3,768	100	913	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.03	0.04	0.04	2033	\$ 44,939,725.25	\$ 18,086,350.40	\$ 63,026,075.66	
2034	10	4,979	3,924	105	951	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.03	0.04	0.04	2034	\$ 46,795,735.91	\$ 18,833,316.67	\$ 65,629,052.58	

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 44. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación sin proyecto**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Parral – El Granillo.

Años	t	Publicación 756 IMT						Con un IRI de: 4						Costos Totales (Pesos por Año)					
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)			Costos de Operación Vehicular (\$/km)			Tiempo de Recorrido (Horas)			Situación Sin Proyecto					
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	AÑO	COV	CTR	CGV	
2024	0	11,595	9,508	348	1,739	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.10	0.10	0.12	2024	\$ 306,517,813.68	\$ 134,376,070.71	\$ 440,893,884.39	
2025	1	11,885	9,746	357	1,783	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.10	0.10	0.12	2025	\$ 314,180,759.02	\$ 137,735,472.48	\$ 451,916,231.50	
2026	2	12,182	9,989	365	1,827	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.10	0.10	0.12	2026	\$ 322,035,278.00	\$ 141,178,859.29	\$ 463,214,137.29	
2027	3	12,487	10,239	375	1,873	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.10	0.10	0.12	2027	\$ 330,086,159.95	\$ 144,708,330.77	\$ 474,794,490.72	
2028	4	12,799	10,495	384	1,920	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.10	0.10	0.12	2028	\$ 338,338,313.95	\$ 148,326,039.04	\$ 486,664,352.99	
2029	5	13,119	10,757	394	1,968	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.10	0.10	0.12	2029	\$ 346,796,771.79	\$ 152,034,190.02	\$ 498,830,961.81	
2030	6	13,447	11,026	403	2,017	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.10	0.10	0.12	2030	\$ 355,466,691.09	\$ 155,835,044.77	\$ 511,301,735.86	
2031	7	13,783	11,302	413	2,067	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.10	0.10	0.12	2031	\$ 364,353,358.37	\$ 159,730,920.89	\$ 524,084,279.25	
2032	8	14,127	11,584	424	2,119	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.10	0.10	0.12	2032	\$ 373,462,192.33	\$ 163,724,193.91	\$ 537,186,386.24	
2033	9	14,481	11,874	434	2,172	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.10	0.10	0.12	2033	\$ 382,798,747.13	\$ 167,817,298.76	\$ 550,616,045.89	
2034	10	14,843	12,171	445	2,226	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.10	0.10	0.12	2034	\$ 392,368,715.81	\$ 172,012,731.23	\$ 564,381,447.04	

Fuente: Elaboración propia



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No.45. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación sin proyecto**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: I Griega - San Francisco del Oro.

Años	t	Publicación 756 IMT			Con un IRI de: 6			Costos Totales (Pesos por Año)			Tiempo de Recorrido (Horas)			Situación Sin Proyecto				
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)			Costos de Operación Vehicular (\$/km)			Tiempo de Recorrido (Horas)			Situación Sin Proyecto				
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	AÑO	COV	CTR	CGV
2024	0	3,150	2,901	44	205	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.03	0.04	0.04	2024	\$ 26,555,909.93	\$ 11,245,506.07	\$ 37,801,415.99
2025	1	3,229	2,974	45	210	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.03	0.04	0.04	2025	\$ 27,219,807.67	\$ 11,526,643.72	\$ 38,746,451.39
2026	2	3,309	3,048	46	215	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.03	0.04	0.04	2026	\$ 27,900,302.87	\$ 11,814,809.81	\$ 39,715,112.68
2027	3	3,392	3,124	47	220	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.03	0.04	0.04	2027	\$ 28,597,810.44	\$ 12,110,180.06	\$ 40,707,990.49
2028	4	3,477	3,202	49	226	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.03	0.04	0.04	2028	\$ 29,312,755.70	\$ 12,412,934.56	\$ 41,725,690.26
2029	5	3,564	3,282	50	232	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.03	0.04	0.04	2029	\$ 30,045,574.59	\$ 12,723,257.92	\$ 42,768,832.51
2030	6	3,653	3,364	51	237	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.03	0.04	0.04	2030	\$ 30,796,133.96	\$ 13,041,339.37	\$ 43,838,563.33
2031	7	3,744	3,449	52	243	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.03	0.04	0.04	2031	\$ 31,566,631.80	\$ 13,367,732.85	\$ 44,934,004.66
2032	8	3,838	3,535	54	249	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.03	0.04	0.04	2032	\$ 32,355,797.60	\$ 13,701,557.18	\$ 46,057,354.78
2033	9	3,934	3,623	55	256	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.03	0.04	0.04	2033	\$ 33,164,892.54	\$ 14,044,096.11	\$ 47,208,788.64
2034	10	4,032	3,714	56	262	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.03	0.04	0.04	2034	\$ 33,993,809.85	\$ 14,395,198.51	\$ 48,389,008.36

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 46. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación sin proyecto**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Libramiento Camargo.

Años	t	Publicación 756 IMT			Con un IRI de: 4			Costos Totales (Pesos por Año)			Tiempo de Recorrido (Horas)			Situación Sin Proyecto				
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)			Costos de Operación Vehicular (\$/km)			Tiempo de Recorrido (Horas)			Situación Sin Proyecto				
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	AÑO	COV	CTR	CGV
2024	0	5,751	2,300	748	2,703	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.11	0.11	0.13	2024	\$ 231,338,594.20	\$ 123,623,417.23	\$ 354,962,011.44
2025	1	5,966	2,386	776	2,804	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.11	0.11	0.13	2025	\$ 239,990,657.63	\$ 128,246,933.04	\$ 368,237,590.66
2026	2	6,189	2,476	805	2,909	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.11	0.11	0.13	2026	\$ 248,966,308.22	\$ 133,043,368.33	\$ 382,009,676.55
2027	3	6,421	2,568	835	3,018	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.11	0.11	0.13	2027	\$ 258,277,648.15	\$ 138,019,190.31	\$ 396,296,838.46
2028	4	6,661	2,664	866	3,131	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.11	0.11	0.13	2028	\$ 267,937,232.19	\$ 143,181,108.03	\$ 411,118,340.22
2029	5	6,910	2,764	898	3,248	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.11	0.11	0.13	2029	\$ 277,958,084.67	\$ 148,536,081.47	\$ 426,494,166.14
2030	6	7,168	2,867	932	3,369	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.11	0.11	0.13	2030	\$ 288,353,717.04	\$ 154,091,330.91	\$ 442,445,047.95
2031	7	7,436	2,975	967	3,495	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.11	0.11	0.13	2031	\$ 299,138,146.06	\$ 159,854,346.69	\$ 458,992,492.75
2032	8	7,715	3,086	1,003	3,626	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.11	0.11	0.13	2032	\$ 310,325,912.72	\$ 165,832,899.26	\$ 476,158,811.98
2033	9	8,003	3,201	1,040	3,761	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.11	0.11	0.13	2033	\$ 321,932,101.86	\$ 172,035,049.69	\$ 493,967,151.54
2034	10	8,302	3,321	1,079	3,902	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.11	0.11	0.13	2034	\$ 333,972,362.47	\$ 178,469,160.55	\$ 512,441,523.01

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 47. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación sin proyecto**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Delicias - Presa Francisco I. Madero.

Años	t	Publicación 756 IMT			Con un IRI de: 4			Costos Totales (Pesos por Año)			Tiempo de Recorrido (Horas)			Situación Sin Proyecto				
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)			Costos de Operación Vehicular (\$/km)			Tiempo de Recorrido (Horas)			Situación Sin Proyecto				
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	AÑO	COV	CTR	CGV
2024	0	5,430	386	2,183	2,862	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.11	0.11	0.13	2024	\$ 289,244,092.79	\$ 249,417,659.45	\$ 538,661,752.24
2025	1	5,572	396	2,240	2,937	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.11	0.11	0.13	2025	\$ 296,822,288.02	\$ 255,952,402.13	\$ 552,774,690.15
2026	2	5,718	406	2,299	3,014	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.11	0.11	0.13	2026	\$ 304,599,031.97	\$ 262,658,355.06	\$ 567,257,387.03
2027	3	5,868	417	2,359	3,092	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.11	0.11	0.13	2027	\$ 312,579,526.61	\$ 269,540,003.96	\$ 582,119,530.57
2028	4	6,022	428	2,421	3,173	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.11	0.11	0.13	2028	\$ 320,769,110.21	\$ 276,601,952.07	\$ 597,371,062.27
2029	5	6,180	439	2,484	3,257	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.11	0.11	0.13	2029	\$ 329,173,260.89	\$ 283,848,923.21	\$ 613,022,184.10
2030	6	6,341	450	2,549	3,342	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.11	0.11	0.13	2030	\$ 337,797,600.33	\$ 291,285,765.00	\$ 629,083,365.33
2031	7	6,508	462	2,616	3,430	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.11	0.11	0.13	2031	\$ 346,647,897.46	\$ 298,917,452.04	\$ 645,565,349.50
2032	8	6,678	474	2,685	3,519	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.11	0.11	0.13	2032	\$ 355,730,072.37	\$ 306,749,089.29	\$ 662,479,161.66
2033	9	6,853	487	2,755	3,612	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.11	0.11	0.13	2033	\$ 365,050,200.27	\$ 314,785,915.43	\$ 679,836,156.69
2034	10	7,033	499	2,827	3,706	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.11	0.11	0.13	2034	\$ 374,614,515.51	\$ 323,033,306.41	\$ 697,647,821.92

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 48. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación sin proyecto**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Meoqui - Julimes.

Años	t	Publicación 756 IMT						Con un IRI de: 4						Costos Totales (Pesos por Año)					
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)			Costos de Operación Vehicular (\$/km)			Tiempo de Recorrido (Horas)			Situación Sin Proyecto					
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	ANÓ	COV	CTR	CGV	
2024	0	4,594	3,850	55	689	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.18	0.19	0.22	2024	\$ 221,441,540.77	\$ 87,022,727.82	\$ 308,464,268.59	
2025	1	4,714	3,951	57	707	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.18	0.19	0.22	2025	\$ 227,243,309.14	\$ 89,302,723.29	\$ 316,546,032.43	
2026	2	4,838	4,054	58	726	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.18	0.19	0.22	2026	\$ 233,197,083.84	\$ 91,642,454.64	\$ 324,839,538.48	
2027	3	4,965	4,160	60	745	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.18	0.19	0.22	2027	\$ 239,306,847.44	\$ 94,043,486.95	\$ 333,350,334.39	
2028	4	5,095	4,269	61	764	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.18	0.19	0.22	2028	\$ 245,576,686.84	\$ 96,507,426.31	\$ 342,084,113.15	
2029	5	5,228	4,381	63	784	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.18	0.19	0.22	2029	\$ 252,010,796.03	\$ 99,035,920.88	\$ 351,046,716.91	
2030	6	5,355	4,496	64	805	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.18	0.19	0.22	2030	\$ 258,613,478.89	\$ 101,630,662.01	\$ 360,244,140.90	
2031	7	5,506	4,614	66	826	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.18	0.19	0.22	2031	\$ 265,389,152.04	\$ 104,293,385.35	\$ 369,682,537.39	
2032	8	5,650	4,735	68	847	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.18	0.19	0.22	2032	\$ 272,342,347.82	\$ 107,025,872.05	\$ 379,368,219.87	
2033	9	5,798	4,859	70	870	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.18	0.19	0.22	2033	\$ 279,477,717.33	\$ 109,829,949.89	\$ 389,307,667.23	
2034	10	5,950	4,986	71	892	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.18	0.19	0.22	2034	\$ 286,800,033.53	\$ 112,707,494.58	\$ 399,507,528.11	

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 49. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación sin proyecto**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Acceso al Cereso Chihuahua.

Años	t	Publicación 756 IMT						Con un IRI de: 4						Costos Totales (Pesos por Año)					
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)			Costos de Operación Vehicular (\$/km)			Tiempo de Recorrido (Horas)			Situación Sin Proyecto					
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	ANÓ	COV	CTR	CGV	
2024	0	6,277	5,825	0	452	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.01	0.01	0.02	2024	\$ 21,046,702.71	\$ 8,144,713.85	\$ 29,191,416.56	
2025	1	6,516	6,047	0	469	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.01	0.01	0.02	2025	\$ 21,848,582.09	\$ 8,455,027.45	\$ 30,303,609.53	
2026	2	6,764	6,277	0	487	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.01	0.01	0.02	2026	\$ 22,681,013.06	\$ 8,777,163.99	\$ 31,458,177.06	
2027	3	7,022	6,517	0	506	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.01	0.01	0.02	2027	\$ 23,545,159.66	\$ 9,111,573.94	\$ 32,656,733.60	
2028	4	7,290	6,765	0	525	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.01	0.01	0.02	2028	\$ 24,442,230.24	\$ 9,458,724.91	\$ 33,900,955.15	
2029	5	7,567	7,023	0	545	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.01	0.01	0.02	2029	\$ 25,373,479.22	\$ 9,819,102.33	\$ 35,192,581.54	
2030	6	7,856	7,290	0	566	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.01	0.01	0.02	2030	\$ 26,340,208.78	\$ 10,193,210.13	\$ 36,533,418.90	
2031	7	8,155	7,568	0	587	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.01	0.01	0.02	2031	\$ 27,343,770.73	\$ 10,581,571.43	\$ 37,925,342.16	
2032	8	8,466	7,856	0	610	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.01	0.01	0.02	2032	\$ 28,385,568.39	\$ 10,984,729.30	\$ 39,370,297.70	
2033	9	8,788	8,156	0	633	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.01	0.01	0.02	2033	\$ 29,467,056.55	\$ 11,403,247.49	\$ 40,870,306.04	
2034	10	9,123	8,466	0	657	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.01	0.01	0.02	2034	\$ 30,589,753.48	\$ 11,837,711.22	\$ 42,427,464.70	

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 50. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación sin proyecto**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Libramiento Aldama.

Años	t	Publicación 756 IMT						Con un IRI de: 4						Costos Totales (Pesos por Año)					
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)			Costos de Operación Vehicular (\$/km)			Tiempo de Recorrido (Horas)			Situación Sin Proyecto					
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	ANÓ	COV	CTR	CGV	
2024	0	2,496	2,154	0	342	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.05	0.05	0.06	2024	\$ 31,169,375.08	\$ 11,387,056.66	\$ 42,556,431.74	
2025	1	2,793	2,410	0	383	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.05	0.05	0.06	2025	\$ 34,872,296.84	\$ 12,739,838.99	\$ 47,612,135.83	
2026	2	3,124	2,696	0	428	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.05	0.05	0.06	2026	\$ 39,015,125.70	\$ 14,253,331.86	\$ 53,268,457.57	
2027	3	3,495	3,017	0	479	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.05	0.05	0.06	2027	\$ 43,650,122.64	\$ 15,946,627.69	\$ 59,596,750.32	
2028	4	3,911	3,375	0	536	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.05	0.05	0.06	2028	\$ 48,835,757.20	\$ 17,841,087.06	\$ 66,676,844.26	
2029	5	4,375	3,776	0	599	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.05	0.05	0.06	2029	\$ 54,637,445.16	\$ 19,960,608.20	\$ 74,598,053.36	
2030	6	4,895	4,224	0	671	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.05	0.05	0.06	2030	\$ 61,128,373.65	\$ 22,331,928.46	\$ 83,460,302.10	
2031	7	5,477	4,726	0	750	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.05	0.05	0.06	2031	\$ 68,390,424.43	\$ 24,984,961.56	\$ 93,375,385.99	
2032	8	6,127	5,288	0	839	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.05	0.05	0.06	2032	\$ 76,515,206.86	\$ 27,953,174.99	\$ 104,468,381.85	
2033	9	6,855	5,916	0	939	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.05	0.05	0.06	2033	\$ 85,605,213.43	\$ 31,274,012.18	\$ 116,879,225.61	
2034	10	7,670	6,619	0	1,051	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.05	0.05	0.06	2034	\$ 95,775,112.79	\$ 34,989,364.83	\$ 130,764,477.61	

Fuente: Elaboración propia



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 51. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación sin proyecto**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Paso por Santa Isabel.

Años	t	Publicación 756 IMT						Con un IRI de: 4						Costos Totales (Pesos por Año)					
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)			Costos de Operación Vehicular (\$/km)			Tiempo de Recorrido (Horas)			Situación Sin Proyecto					
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	AÑO	COV	CTR	CGV	
2024	0	4,228	4,093	0	135	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.08	0.08	0.09	2024	\$ 75,165,433.82	\$ 30,176,527.95	\$ 105,341,961.77	
2025	1	4,392	4,252	0	141	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.08	0.08	0.09	2025	\$ 78,081,852.66	\$ 31,347,377.23	\$ 109,429,229.89	
2026	2	4,562	4,416	0	146	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.08	0.08	0.09	2026	\$ 81,111,428.54	\$ 32,563,655.47	\$ 113,675,084.01	
2027	3	4,739	4,588	0	152	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.08	0.08	0.09	2027	\$ 84,258,551.97	\$ 33,827,125.30	\$ 118,085,677.27	
2028	4	4,923	4,766	0	158	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.08	0.08	0.09	2028	\$ 87,527,783.78	\$ 35,139,617.76	\$ 122,667,401.55	
2029	5	5,114	4,951	0	164	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.08	0.08	0.09	2029	\$ 90,923,861.79	\$ 36,503,034.93	\$ 127,426,896.73	
2030	6	5,313	5,143	0	170	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.08	0.08	0.09	2030	\$ 94,451,707.63	\$ 37,919,352.69	\$ 132,371,060.32	
2031	7	5,519	5,342	0	177	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.08	0.08	0.09	2031	\$ 98,116,433.89	\$ 39,390,623.57	\$ 137,507,057.46	
2032	8	5,733	5,550	0	183	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.08	0.08	0.09	2032	\$ 101,923,351.52	\$ 40,918,979.77	\$ 142,842,331.29	
2033	9	5,956	5,765	0	191	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.08	0.08	0.09	2033	\$ 105,877,977.56	\$ 42,506,636.18	\$ 148,384,613.74	
2034	10	6,187	5,989	0	198	82.44	78.61	67.16	7.66	21.50	14.18	0.08	0.08	0.09	2034	\$ 109,986,043.09	\$ 44,155,893.67	\$ 154,141,936.76	

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 52. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación sin proyecto**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col. Juárez.

Años	t	Publicación 756 IMT						Con un IRI de: 6						Costos Totales (Pesos por Año)					
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)			Costos de Operación Vehicular (\$/km)			Tiempo de Recorrido (Horas)			Situación Sin Proyecto					
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	AÑO	COV	CTR	CGV	
2024	0	1,328	1,224	19	85	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.05	0.06	0.07	2024	\$ 18,001,773.72	\$ 7,629,736.64	\$ 25,631,510.36	
2025	1	1,402	1,293	20	90	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.05	0.06	0.07	2025	\$ 19,009,873.05	\$ 8,057,001.90	\$ 27,066,874.94	
2026	2	1,481	1,365	21	95	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.05	0.06	0.07	2026	\$ 20,074,425.94	\$ 8,508,194.00	\$ 28,582,619.94	
2027	3	1,564	1,442	22	100	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.05	0.06	0.07	2027	\$ 21,198,593.79	\$ 8,984,652.87	\$ 30,183,246.66	
2028	4	1,651	1,523	23	106	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.05	0.06	0.07	2028	\$ 22,385,715.04	\$ 9,487,793.43	\$ 31,873,508.47	
2029	5	1,744	1,608	24	112	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.05	0.06	0.07	2029	\$ 23,639,315.09	\$ 10,019,109.86	\$ 33,658,424.94	
2030	6	1,842	1,698	26	118	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.05	0.06	0.07	2030	\$ 24,963,116.73	\$ 10,580,180.01	\$ 35,543,296.74	
2031	7	1,945	1,793	27	124	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.05	0.06	0.07	2031	\$ 26,361,051.27	\$ 11,172,670.09	\$ 37,533,721.36	
2032	8	2,054	1,893	29	131	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.05	0.06	0.07	2032	\$ 27,837,270.14	\$ 11,798,339.62	\$ 39,635,609.75	
2033	9	2,169	1,999	30	139	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.05	0.06	0.07	2033	\$ 29,396,157.27	\$ 12,459,046.63	\$ 41,855,203.90	
2034	10	2,290	2,111	32	147	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.05	0.06	0.07	2034	\$ 31,042,342.07	\$ 13,156,753.25	\$ 44,199,095.32	

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 53. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación sin proyecto**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc.

Años	t	Publicación 756 IMT						Con un IRI de: 6						Costos Totales (Pesos por Año)					
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)			Costos de Operación Vehicular (\$/km)			Tiempo de Recorrido (Horas)			Situación Sin Proyecto					
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	AÑO	COV	CTR	CGV	
2024	0	280	239	3	38	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.05	0.05	0.06	2024	\$ 3,745,718.40	\$ 1,464,455.14	\$ 5,210,173.54	
2025	1	296	252	3	40	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.05	0.05	0.06	2025	\$ 3,955,478.63	\$ 1,546,464.63	\$ 5,501,943.26	
2026	2	312	266	3	42	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.05	0.05	0.06	2026	\$ 4,176,985.44	\$ 1,633,066.65	\$ 5,810,052.09	
2027	3	330	281	4	45	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.05	0.05	0.06	2027	\$ 4,410,896.62	\$ 1,724,518.38	\$ 6,135,415.00	
2028	4	348	297	4	47	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.05	0.05	0.06	2028	\$ 4,657,906.83	\$ 1,821,091.41	\$ 6,478,998.24	
2029	5	368	314	4	50	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.05	0.05	0.06	2029	\$ 4,918,749.61	\$ 1,923,072.53	\$ 6,841,822.14	
2030	6	388	331	4	53	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.05	0.05	0.06	2030	\$ 5,194,199.59	\$ 2,030,764.59	\$ 7,224,964.18	
2031	7	410	350	5	56	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.05	0.05	0.06	2031	\$ 5,485,074.77	\$ 2,144,487.41	\$ 7,629,562.18	
2032	8	433	369	5	59	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.05	0.05	0.06	2032	\$ 5,792,238.96	\$ 2,264,578.70	\$ 8,056,817.66	
2033	9	457	390	5	62	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.05	0.05	0.06	2033	\$ 6,116,044.34	\$ 2,391,395.11	\$ 8,507,999.45	
2034	10	483	412	5	66	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.05	0.05	0.06	2034	\$ 6,459,134.18	\$ 2,525,313.24	\$ 8,984,447.42	

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 54. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación sin proyecto**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc.

Años	t	Publicación 756 IMT			Con un IRI de: 6			Tiempo de Recorrido (Horas)			Costos Totales (Pesos por Año)							
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)						Situación Sin Proyecto							
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	AÑO	COV	CTR	CGV
2024	0	158	140	1	17	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.02	0.02	0.02	2024	\$ 625,392.40	\$ 241,926.26	\$ 867,318.66
2025	1	167	148	1	18	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.02	0.02	0.02	2025	\$ 660,414.37	\$ 255,474.13	\$ 915,888.50
2026	2	176	156	1	19	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.02	0.02	0.02	2026	\$ 697,397.57	\$ 269,780.68	\$ 967,178.26
2027	3	186	165	1	20	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.02	0.02	0.02	2027	\$ 736,451.84	\$ 284,888.40	\$ 1,021,340.24
2028	4	196	174	1	21	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.02	0.02	0.02	2028	\$ 777,693.14	\$ 300,842.15	\$ 1,078,535.29
2029	5	207	184	1	22	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.02	0.02	0.02	2029	\$ 821,243.96	\$ 317,689.31	\$ 1,138,933.27
2030	6	219	194	1	24	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.02	0.02	0.02	2030	\$ 867,233.62	\$ 335,479.91	\$ 1,202,713.53
2031	7	231	205	1	25	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.02	0.02	0.02	2031	\$ 915,798.70	\$ 354,266.79	\$ 1,270,065.49
2032	8	244	216	1	26	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.02	0.02	0.02	2032	\$ 967,083.43	\$ 374,105.73	\$ 1,341,189.16
2033	9	258	229	2	28	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.02	0.02	0.02	2033	\$ 1,021,240.10	\$ 395,055.65	\$ 1,416,295.75
2034	10	272	241	2	29	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.02	0.02	0.02	2034	\$ 1,078,429.55	\$ 417,178.77	\$ 1,495,608.31

Fuente: Elaboración propia

e) Alternativas de solución

Para solucionar la problemática presentada en “LA RED DE CARRETERAS ALIMENTADORAS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA”, se propone desarrollar dos alternativas de proyecto, las cuales cada una de ellos soluciona la problemática descrita, es decir, la reducción del Costo generalizado de Viaje (CGV), ambos proyectos generan los mismos beneficios, por lo que el indicador que se utilizará para seleccionar la mejor alternativa, será el Costo Anual Equivalente (CAE).

El Costo Anual Equivalente (CAE) es utilizado frecuentemente para evaluar alternativas del programa o proyecto de inversión que brindan los mismos beneficios; pero que poseen distintos costos y/o distinta vida útil. El Costo Anual Equivalente (CAE) es la anualidad del valor presente de los costos relevantes menos el valor presente del valor de rescate de un programa o proyecto de inversión, considerando el horizonte de evaluación de cada una de las alternativas.

La ecuación que se utiliza para calcular el Costo Anual Equivalente (CAE) es la siguiente:

$$CAE = VPC \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

Dónde:

CAE es el Costo Anual Equivalente

VPC Es el Valor Presente de los Costos

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

- r Es la Tasa Social de Descuento (TSD = 10% anual)
- n Es la vida útil del proyecto en años

Para calcular el Valor Presente de los Costos (VPC) es necesario llevar al presente la inversión todos los costos del proyecto, utilizando para ello la ecuación del Valor Presente (P) del interés compuesto, mediante la siguiente ecuación:

$$VPC = \sum_{0}^{n} \frac{VFC}{(1 + r)^n}$$

Dónde:

- VPC es el Valor Presente de los Costos del proyecto
- VFC Es el Valor Futuro de cada uno de los Costos del proyecto
- r Es la Tasa Social de descuento (TSD)
- n Es el año en que se encuentra aplicado cada uno de los costos

Como proyecto No. 1: El proyecto contempla la Reconstrucción de la Red de Carreteras Alimentadoras del estado de Chihuahua, que se realizarán en una longitud de 109.23 kilómetros, sobre un terreno del tipo plano. El proyecto está considerando realizar principalmente un fresado sobre la superficie de rodadura, colocación de geosintéticos, renivelaciones y la construcción de carpetas asfálticas de granulometría densa de espesor variable. Se estima que la vida útil del Proyecto de inversión de 10 años, por lo que el horizonte de la evaluación es de 11 años, debido a que el primer año es el tiempo que se llevará la ejecución de los trabajos.

Tabla No. 55. Costos de Inversión y Mantenimiento del proyecto No.1

COSTOS DEL PROYECTO	MONTOS (\$)
Inversión inicial (2024)	\$ 266,603,251.54 (Sin IVA)
Costos por molestia (2024)	\$ 38,273,471.72 (Sin IVA)
Conservación Rutinaria (Anual)	\$ 11,642,766.73 (Sin IVA)
Riego de sello al 5to año (mitad vida útil)	\$ 50,451,989.17 (Sin IVA)

(Fuente: Elaboración propia)



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Utilizado los costos descritos anteriormente y aplicando las ecuaciones mencionadas, se calculó el Costo Anual Equivalente (CAE) para la alternativa del proyecto No. 1:

Tabla No. 56. Cálculo del Valor Presente de los Costos (VPC) alternativa de proyecto No. 1.

ANALISIS DEL CAE PARA ALTERNATIVA No. 1						
AÑO	INVERSIÓN INICIAL	COSTOS POR MOLESTIA	CONSERVACIÓN RUTINARIA	CONSERVACIÓN PERIÓDICA	COSTOS TOTALES	VALOR PRESENTE DE LOS COSTOS (VPC)
0	\$ 266,603,251.54	\$ 38,273,471.72			\$ 304,876,723.26	\$ 304,876,723.26
1			\$ 11,642,766.73		\$ 11,642,766.73	\$ 10,584,333.39
2			\$ 11,642,766.73		\$ 11,642,766.73	\$ 9,622,121.26
3			\$ 11,642,766.73		\$ 11,642,766.73	\$ 8,747,382.97
4			\$ 11,642,766.73		\$ 11,642,766.73	\$ 7,952,166.33
5			\$ 11,642,766.73	\$ 50,451,989.17	\$ 62,094,755.90	\$ 38,555,957.99
6			\$ 11,642,766.73		\$ 11,642,766.73	\$ 6,572,038.29
7			\$ 11,642,766.73		\$ 11,642,766.73	\$ 5,974,580.27
8			\$ 11,642,766.73		\$ 11,642,766.73	\$ 5,431,436.61
9			\$ 11,642,766.73		\$ 11,642,766.73	\$ 4,937,669.64
10			\$ 11,642,766.73		\$ 11,642,766.73	\$ 4,488,790.58
						VPC1 = \$ 407,743,200.59

(Fuente: Elaboración propia)

$$CAE_1 = \$ 407,743,200.59 \times \frac{0.1(1 + 0.1)^{10}}{(1 + 0.1)^{10} - 1} = \$ 66,358,328.2$$

Como Proyecto No. 2: El proyecto contempla la Reconstrucción de la Red de Carreteras Alimentadoras del estado de Chihuahua, que se realizarán en una longitud de 109.23 kilómetros, reconstruyendo a nivel de base hidráulica, estabilizada con cemento, para posteriormente impregnarla y tender una carpeta asfáltica de 6.0 cm de espesor. Se estima que la vida útil del Proyecto de inversión de 15 años, por lo que el horizonte de la evaluación es de 11 años, debido a que el primer año es el tiempo que se llevará la ejecución de los trabajos.

Tabla No. 57. Costos de Inversión y Mantenimiento del proyecto No.2

COSTOS DEL PROYECTO	MONTOS (\$)
Inversión inicial (2024)	\$ 386,574,714.73 (Sin IVA)
Costos por molestia (2024)	\$ 38,273,471.72 (Sin IVA)
Conservación Rutinaria (Anual)	\$ 11,642,766.73 (Sin IVA)
Riego de sello cada 5 años	\$ 50,451,989.17 (Sin IVA)

(Fuente: Elaboración propia)

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Utilizado los costos descritos anteriormente y aplicando las ecuaciones mencionadas, se calculó el Costo Anual Equivalente (CAE) para la alternativa del proyecto No. 2:

Tabla No. 58. Cálculo del Valor Presente de los Costos (VPC) alternativa de proyecto No. 2.

ANALISIS DEL CAE PARA ALTERNATIVA No. 2						
AÑO	INVERSIÓN INICIAL	COSTOS POR MOLESTIA	CONSERVACIÓN RUTINARIA	CONSERVACIÓN PERIÓDICA	COSTOS TOTALES	VALOR PRESENTE DE LOS COSTOS (VPC)
0	\$ 386,574,714.73	\$ 38,273,471.72			\$ 424,848,186.45	\$ 424,848,186.45
1		\$ 11,642,766.73			\$ 11,642,766.73	\$ 10,584,333.39
2		\$ 11,642,766.73			\$ 11,642,766.73	\$ 9,622,121.26
3		\$ 11,642,766.73			\$ 11,642,766.73	\$ 8,747,382.97
4		\$ 11,642,766.73			\$ 11,642,766.73	\$ 7,952,166.33
5		\$ 11,642,766.73	\$ 50,451,989.17		\$ 62,094,755.90	\$ 38,555,957.99
6		\$ 11,642,766.73			\$ 11,642,766.73	\$ 6,572,038.29
7		\$ 11,642,766.73			\$ 11,642,766.73	\$ 5,974,580.27
8		\$ 11,642,766.73			\$ 11,642,766.73	\$ 5,431,436.61
9		\$ 11,642,766.73			\$ 11,642,766.73	\$ 4,937,669.64
10		\$ 11,642,767.73	\$ 50,451,989.17		\$ 62,094,756.90	\$ 23,940,216.83
11		\$ 11,642,768.73			\$ 11,642,768.73	\$ 4,080,719.41
12		\$ 11,642,769.73			\$ 11,642,769.73	\$ 3,709,745.24
13		\$ 11,642,770.73			\$ 11,642,770.73	\$ 3,372,495.96
14		\$ 11,642,771.73			\$ 11,642,771.73	\$ 3,065,905.68
15		\$ 11,642,772.73			\$ 11,642,772.73	\$ 2,787,187.22
						VPC2 = \$ 564,182,143.56

(Fuente: Elaboración propia)

$$CAE_2 = \$ 564,182,143.56 \times \frac{0.1(1 + 0.1)^{15}}{(1 + 0.1)^{15} - 1} = 74,175,157.3$$

Analizando las dos alternativas propuestas mediante el indicador del Costo Anual Equivalente (CAE), utilizado para ello los costos de inversión de cada proyecto, una Tasa Social de Descuento (TSD) del 10 % anual y una vida útil de 10 años para el proyecto No.1 y 15 para el No. 2, los resultados obtenidos fueron que para el Proyecto No. 1 el **CAE₁** es de **\$ 66,358,328.2**, para el Proyecto No. 2 el **CAE₂** es de **\$ 74,175,157.3**, por lo que el mejor proyecto es la alternativa No. 1, que es del menor Costo Anual Equivalente (CAE), se anexa a este documento la memoria del cálculo para estimar este indicador de rentabilidad.

IV. Situación con el Proyecto de Inversión

a) Descripción general

El proyecto de los “TRABAJOS DE LA RECONSTRUCCIÓN LA RED DE CARRETERAS ALIMENTADORAS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA”, es un **Proyecto de Infraestructura Económica**, ya que se trate de la construcción, adquisición y/o ampliación de activos fijos para la producción de bienes y servicios en los sectores de agua, **comunicaciones y transportes**. Bajo esta denominación, se incluyen todos los proyectos de infraestructura productiva de largo plazo a que se refieren los artículos 18, tercer párrafo, de la Ley General de Deuda Pública y 32, segundo párrafo, de la Ley, **así como los de rehabilitación y mantenimiento** cuyo objeto sea incrementar la vida útil o capacidad original de los activos fijos destinados a la producción de bienes y servicios de los sectores mencionados.

Tabla No. 59. Tipo de Proyecto de Inversión

TIPO DE PPI	
Proyecto de infraestructura económica	<input checked="" type="checkbox"/>
Proyecto de infraestructura social	<input type="checkbox"/>
Proyecto de infraestructura gubernamental	<input type="checkbox"/>
Proyecto de inmuebles	<input type="checkbox"/>
Programa de adquisiciones	<input type="checkbox"/>
Programa de mantenimiento	<input type="checkbox"/>
Otros proyectos de inversión	<input type="checkbox"/>
Otros programas de inversión	<input type="checkbox"/>

(Fuente: Elaboración propia)

El proyecto de los “TRABAJOS DE LA RECONSTRUCCIÓN LA RED DE CARRETERAS ALIMENTADORAS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA”, contempla trabajos de reconstrucción que se realizarán en una longitud de 109.23 kilómetros, sobre un terreno del tipo plano, se están considerando realizar trabajos de mantenimiento mayor o conservación periódica, mediante la rehabilitación del pavimento, que abarcan principalmente: trabajos de fresado sobre la superficie de rodadura, colocación de geosintéticos, renivelaciones y la construcción de carpetas asfálticas de granulometría densa de espesor variable, en la siguiente tabla se presenta un resumen de los trabajos mencionados para cada tramo.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 60. Procedimiento de los trabajos de Reconstrucción (Fuente: Elaboración propia)

No.	CAMINO	PROCEDIMIENTO	LONGITUD TRATADA (Km)
Residencia Cuauhtemoc			
01	Santa Isabel - Anahuac	2 CM MORTERO Y FRESADO	42.60
02	Distribuidor Vial La Junta	3 CM MORTERO	2.80
Residencia Parral			
03	Parral - El Granillo	2 CM DE MORTERO, FRESADO Y RENIVELACIONES	8.00
04	I Griega - San Francisco del Oro	3 CM DE MORTERO, FRESADO Y RENIVELACIONES	2.61
05	Libramiento Camargo	2.5 CM DE MORTERO Y FRESADO	8.80
Residencia Delicias			
06	Delicias - Presa Francisco I. Madero	2 CM DE MORTERO Y FRESADO	8.76
07	Meoqui - Julimes	4 CM Y 2 CM MORTERO, FRESADO Y RENIVELACIONES	15.00
Residencia Chihuahua			
08	Acceso al Cereso Chihuahua	2 CM DE MORTERO Y FRESADO	1.13
09	Libramiento Cd. Aldama	2 CM DE MORTERO Y FRESADO	4.00
10	Santa Isabel - Anáhuac Tramo: Paso por Santa Isabel (libre)	2 CM DE MORTERO Y FRESADO	6.19
Residencia Ahumada			
11	Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col. Juárez	2 CM DE MORTERO, FRESADO Y RENIV	4.20
12	Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc	2 CM DE MORTERO Y FRESADO	3.94
13	Ramal a Ex Hacienda de San Diego	2 CM DE MORTERO, FRESADO Y RENIV	1.20
			109.23

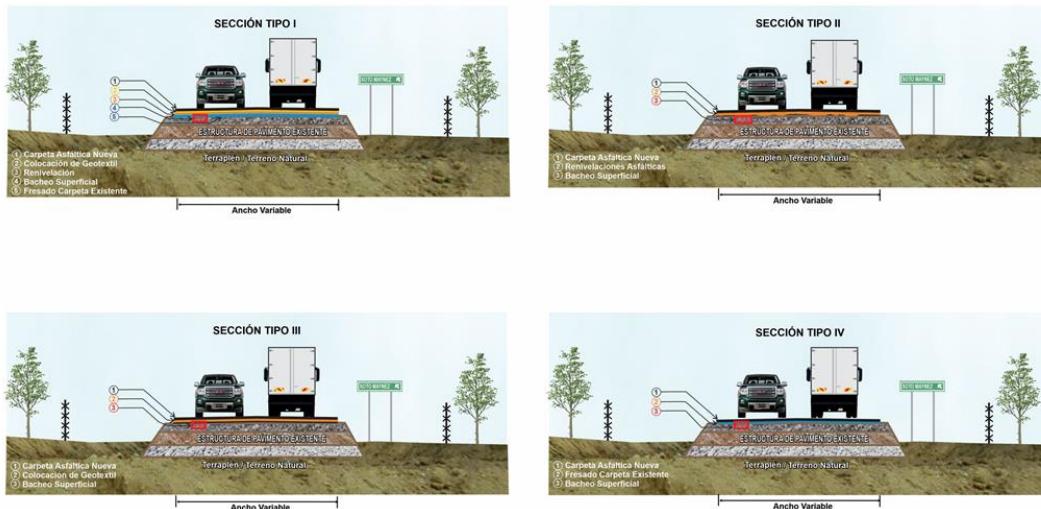


Figura No. 10. Sección Tipo de los trabajos de Reconstrucción (Fuente: Elaboración propia)

Tabla No. 61. Descripción general del Proyecto de Inversión

COMPONENTE	TIPO	CANTIDAD	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS
TRABAJOS PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE LA RED DE CARRETERAS ALIMENTADORAS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA.	CAMINO TIPO A4, B Y D.	109.23 KM	RECONSTRUCCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO IRI = 2.0

(Fuente: Elaboración propia)

b) Alineación estratégica

En este apartado de estudio se describirá como el proyecto contribuye a la consecución de los objetivos y estrategias establecidos en el “Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020 – 2024, el Programa Nacional Estratégico de Infraestructura Carretera 2030 (PRONEIC 2030) y el Plan Estatal de Desarrollo Chihuahua 2022 – 2027”, así como al mecanismo de planeación al que hace referencia el artículo 34 fracción I de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.

PROGRAMA SECTORIAL DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES 2020 – 2024

La transformación del país hacia un desarrollo equitativo e incluyente, depende en gran medida del acceso a un transporte seguro, ágil y oportuno, y a una conectividad eficiente y suficiente, que son la base del crecimiento económico al ofrecer los medios para movilizar y controlar todos los bienes e insumos que se requieren para la producción y el consumo, y como detonadores del crecimiento regional. Son, además, los medios de acceso a los servicios de educación, salud y cultura, así como a las fuentes de empleo, derivado de los anterior. El presente proyecto se alinea con:

- I. **El Objetivo Prioritario 1:** “Contribuir al bienestar social mediante la construcción, modernización y **conservación de infraestructura carretera** accesible, segura, eficiente y sostenible, que conecte a las personas de cualquier condición, con visión de desarrollo regional e intermodal”, a través de las siguientes las siguientes estrategias y líneas de acción.
- II. **Estrategia prioritaria 1.4** Incrementar la cobertura y accesibilidad de las vías de comunicación para impulsar el desarrollo regional y disminuir la marginación.
- III. **Línea de acción 1.4.4** Continuar con la construcción y modernización de la Red Carretera Federal.
- IV. **Línea de acción 1.4.6** Construir y modernizar la infraestructura carretera para el desarrollo regional.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARREREROS

PROGRAMA NACIONAL ESTRATÉGICO DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA 2030 (PRONEIC 2030)

El proyecto de los trabajos “TRABAJOS DE LA RECONSTRUCCIÓN LA RED DE CARRETERAS ALIMENTADORAS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA”, se alinea con el Programa Nacional Estratégico de Infraestructura Carretera 2030 (**ProNEIC 2030**), el cual es un documento rector para la planeación a largo plazo de infraestructura carretera orientado a impulsar el desarrollo económico y la competitividad nacional.

PLAN ESTATAL DE DESARROLLO CHIHUAHUA 2022 – 2027

El proyecto se alinea perfectamente con el Plan Estatal de Desarrollo 2022-2024, específicamente con:

I. El Eje 3: INFRAESTRUCTURA, DESARROLLO URBANO Y MEDIO AMBIENTE.

Objetivo 10. Mejorar el entorno urbano de manera equilibrada en pos de la sustentabilidad ambiental, con el objetivo de proporcionar seguridad e identidad a las y los habitantes de las zonas urbanas.

Acción 10.3: Incrementar y modernizar la infraestructura de vialidades para una mejor movilidad y articulación de la comunicación interna en las localidades.

- Construir y modernizar obras viales que faciliten la movilidad e integración de las localidades.
- Implementar proyectos que modernicen y brinden transporte público de calidad, privilegiando a la población cuyo salario no le permite desplazarse en automóvil particular.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

c) Localización geográfica

Los trabajos de Reconstrucción de los tramos carreteros en estudio: Santa Isabel - Anáhuac; Distribuidor vial La Junta; Km. 10 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Colonia Juárez; Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc; Ramal a ex hacienda de San Diego; Meoqui - Julimes; Delicias - Presa Francisco I. Madero, tramo: Delicias - Ent. Carretera a Satevo; Libramiento Camargo; Acceso al Cereso Chihuahua; Parral - El Granillo; Libramiento Cd. Aldama; Santa Isabel-Anáhuac; I Griega -San Francisco del Oro, son parte de la red estatal de carreteras alimentadoras del estado de Chihuahua, los cuales son primordiales para el desarrollo económico del estado, en la Figura No.1 se aprecia la localización geográfica de los tramos del programa de reconstrucción y rehabilitación de las carreteras alimentadoras para el año 2024.

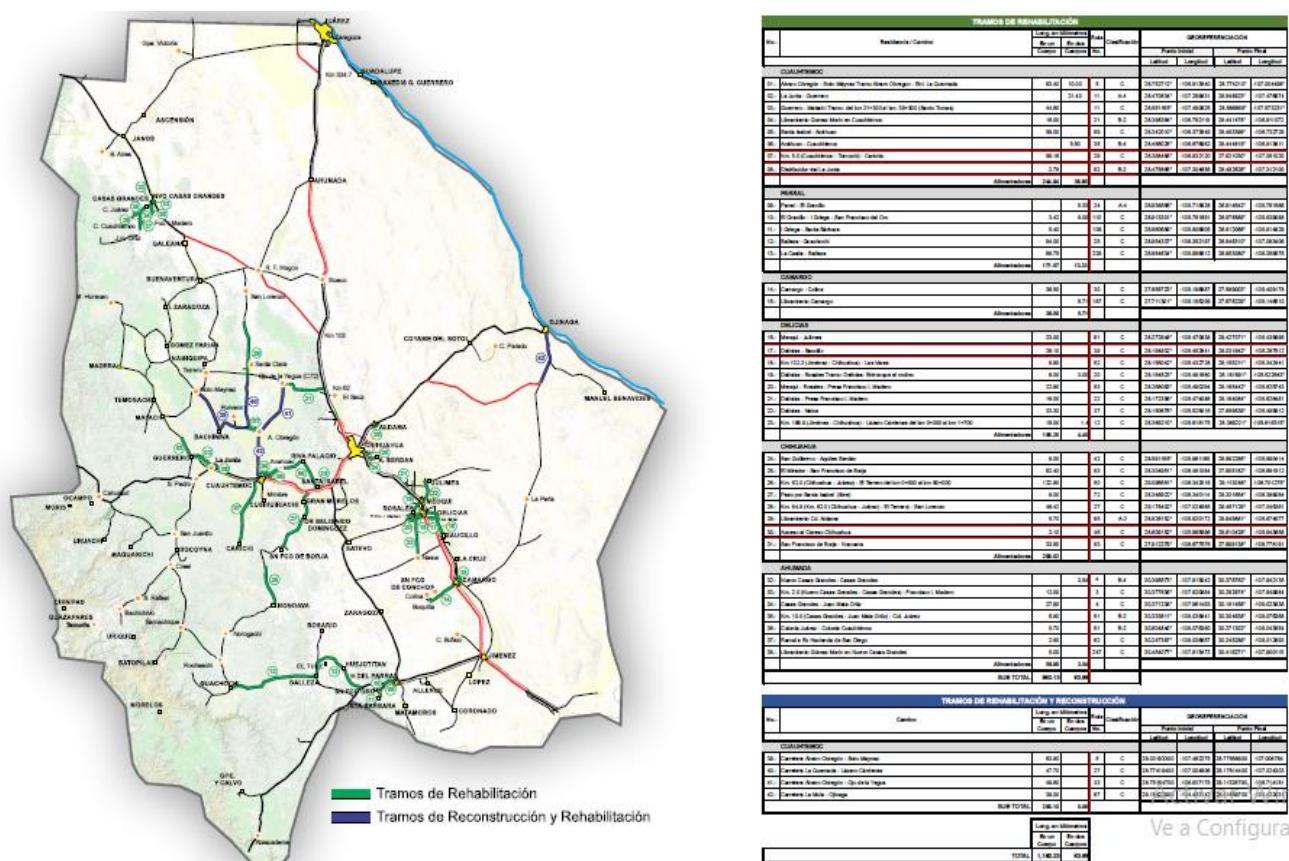


Figura No. 1. Localización geográfica del proyecto objeto de estudio
(Fuente: Elaboración propia)

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARREREROS

d) Calendario de actividades

La programación de las principales actividades necesarias para la ejecución del proyecto de los trabajos “TRABAJOS DE LA RECONSTRUCCIÓN LA RED DE CARRETERAS ALIMENTADORAS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA”, se resume en el siguiente cuadro:

Tabla No. 62. Calendario de actividades del Proyecto de Inversión (Fuente: Elaboración propia)

ACTIVIDAD	1er. Trimestre	2do. Trimestre	3er. Trimestre	4to. Trimestre
Pavimentos	25 %	25%	25 %	25 %
Conservación	50 %	50 %		
Señalamiento y Dispositivos de Seguridad.			25 %	25 %

e) Monto total de inversión

El monto total de inversión del proyecto asciende a **\$ 309,259,771.79** con IVA incluido. Este monto se ejercerá en el año 2024 y sus principales componentes son: Pavimentos, Conservación y Señalamientos. En la Tabla No.1 se muestra la distribución de la inversión para cada uno de los tramos del proyecto.

Tabla No. 1. Montos de la Inversión del Proyecto (Fuente: Elaboración propia)

No.	TRAMOS CARRETEROS	LONGITUD TRATADA (Km)	PRESUPUESTO BASE (CON IVA)	PRESUPUESTO BASE (SIN IVA)
	Residencia Cuauhtemoc			
01	Santa Isabel - Anáhuac	42.60	\$ 115,493,964.04	\$ 99,563,762.10
02	Distribuidor Vial La Junta	2.80	\$ 5,217,529.20	\$ 4,497,870.00
	Residencia Parral			
03	Parral - El Granillo	8.00	\$ 26,574,616.90	\$ 22,909,152.50
04	I Griega - San Francisco del Oro	2.61	\$ 11,189,085.89	\$ 9,645,763.70
05	Libramiento Camargo	8.80	\$ 28,175,487.89	\$ 24,289,213.70
	Residencia Delicias			
06	Delicias - Presa Francisco I. Madero	8.76	\$ 22,449,129.25	\$ 19,352,697.63
07	Mequi - Juárez	15.00	\$ 40,972,408.27	\$ 35,321,041.61
	Residencia Chihuahua			
08	Acceso al Cereso Chihuahua	1.13	\$ 4,111,778.57	\$ 3,544,636.70
09	Libramiento Cd. Aldama	4.00	\$ 12,287,642.90	\$ 10,592,795.60
10	Santa Isabel - Anáhuac Tramo: Paso por Santa Isabel (libre)	6.19	\$ 16,639,534.62	\$ 14,344,426.40
	Residencia Ahumada			
11	Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col. Juárez	4.20	\$ 11,614,450.93	\$ 10,012,457.70
12	Colonia Juárez - Colonia Cuahtémoc	3.94	\$ 10,466,517.37	\$ 9,022,859.80
13	Ramal a Ex Hacienda de San Diego	1.20	\$ 4,067,625.96	\$ 3,506,574.10
		109.23	\$ 309,259,771.79	\$ 266,603,251.54

f) Fuentes de financiamiento

La fuente de financiamiento del Proyecto de Inversión procede de recursos Estatales, en un 100 %, establecidos en el presupuesto de egresos del 2024 del estado de Chihuahua.

Tabla No. 63. Fuentes de Financiamiento del Proyecto de Inversión
(Fuente: Elaboración propia)

FUENTE DE LOS RECURSOS	PROCEDENCIA	MONTO	PORCENTAJE
1. Federales	-	-	-
2. Estatales	Presupuesto de egresos del Estado.	\$ 309,259,771.79	100 %
3. Municipales	-	-	-
4. Fideicomisos	-	-	-
5. Otros	-	-	-
Total		\$ 309,259,771.79	100 %

g) Capacidad instalada

Para carreteras de dos carriles (Carreteras tipo B y D)

De acuerdo con el estudio de Ingeniería de Tránsito, se estimó que **la capacidad de operación de la carretera en ambas direcciones** en condiciones ideales es de 2,800 veh/hora, para lo cual se evaluará la evolución del nivel de servicio que presenta la carretera a lo largo del horizonte de proyecto, considerando las condiciones de operación de la carretera.

La expresión utilizada para obtener el nivel de servicio en carreteras de dos carriles, es la recomendada en la publicación técnica No. 485 del Instituto Mexicano del Transporte (IMT) y del manual de capacidad vial de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), la cual es la siguiente:

$$VS_i = C_i \times V / C_i \times f_D \times f_A \times f_P \times f_{VP}$$

Dónde:

VS_i Es el Volumen de servicio para el nivel de servicio i, en veh/hr

C_i Es la Capacidad en condiciones ideales en ambas direcciones, la cual es de 2,800 vehículos por hora en ambas direcciones.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

- V/C_i Es la máxima relación Volumen/Capacidad asociada al nivel de servicio i
- f_D Es el Factor de ajuste por efecto de la distribución direccional.
- f_A Es el Factor de ajuste por efecto de restricciones en el ancho de carril y acotamientos o distancia a obstáculos laterales.
- f_P Es Factor de ajuste por efecto sobre los automóviles de la pendiente en tangentes verticales. Es igual a uno, si el análisis es generalizado
- f_{VP} Es el Factor de ajuste por efecto de vehículos pesados.

Para carreteras de carriles múltiples (Carreteras tipo A4)

Las carreteras de carriles múltiples son aquellas que tienen dos o más carriles por sentido, no cuentan con un control de acceso y pueden o no tener separación central; estas condiciones hacen que pueda variar el flujo del tránsito, y provoca que la velocidad de operación sea menor que en las autopistas.

Al igual que para el caso de carreteras de dos carriles de circulación (un carril por sentido), en carreteras de dos o más carriles por sentido de circulación será necesario obtener el nivel de servicio en que se encuentran operando la carretera a partir del volumen de servicio dado por un aforo previo o al análisis de los datos viales de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Trasportes (SICT); ya que conocemos estos datos, pasamos a la expresión básica para el análisis de carreteras de carriles múltiples, mostrada con la expresión siguiente:

$$VS_i = C_i \times V/C_i \times N \times f_a \times f_{VP} \times f_c$$

Dónde:

- VS_i Es el Volumen de servicio para el nivel de servicio i, en veh/hr
- C_i Capacidad por carril en condiciones ideales es de 2000 automóviles por hora por carril, para velocidades de proyecto de 90 km/h o mayores; y de 1900 automóviles por hora, para velocidades menores.
- V/C_i Es la máxima relación Volumen/Capacidad asociada al nivel de servicio i
- N Número de carriles por sentido.
- f_a Es el Factor de ajuste por efecto de restricciones en el ancho de carril y acotamientos o distancia a obstáculos laterales.
- f_{VP} Es el Factor de ajuste por efecto de vehículos pesados.
- f_c Es Factor de ajuste por efecto sobre los automóviles de la pendiente en tangentes verticales. Es igual a uno, si el análisis es generalizado

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Todos los factores descritos anteriormente se obtuvieron de tablas de la publicación técnica No. 485 del Instituto Mexicano del Transporte (IMT). Aplicando la ecuación anterior y sus factores se obtuvieron los volúmenes de servicio para nivel de servicio de la carretera en estudio:

Con la ayuda del Transito diario promedio anual (TDPA) y el factor K obtenido de las publicación de datos viales de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Trasportes (SICT), se puede obtener el volumen de servicio con el cual opera la carretera referida en los datos viales, al ser una aproximación de los volúmenes horarios más altos queda a consideración si es necesario el dividirlo por el FHMD (factor horario de máxima demanda) proporcionado en el “Manual de Capacidad Vial” de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Trasportes (SICT).

$$VS = TDPA \times K$$

Dónde:

VS Es el Volumen de Servicio (veh./hr.)

TDPA Es el Transito diario promedio anual (veh/día)

K Este factor es útil para determinar el volumen horario de proyecto

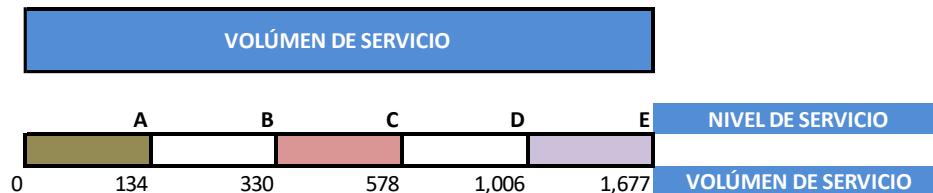
Aplicando la metodología descrita, se determinaron los volúmenes de servicio a lo largo del horizonte de proyecto, para posteriormente compararlos con los límites obtenidos y así, establecer el nivel de servicio al que opera cada uno de los tramos en estudio, en las tablas siguientes se presentan los resultados de los cálculos obtenidos.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 64. Volumen de Servicio (VS_i) y Nivel de Servicios del camino Santa Isabel – Anahuac

Santa Isabel - Anahuac							
VOLUMEN DE SERVICIO	Ci	V/C	fD	fA	fP	fVP	VOLUMEN (VPH)
VS_A	2800	0.08	1.0	0.650	1	0.92	134
VS_B	2800	0.2	1.0	0.650	1	0.91	330
VS_C	2800	0.35	1.0	0.650	1	0.91	578
VS_D	2800	0.6	1.0	0.650	1	0.92	1,006
VS_E	2800	1	1.0	0.650	1	0.92	1,677



Santa Isabel - Anahuac					
No.	AÑOS	TDPA (Veh/día)	K	VS (Veh/hora)	NIVEL DE SERVICIO
0	2024	1,073	0.095	102	A
1	2025	1,115	0.095	106	A
2	2026	1,158	0.095	110	A
3	2027	1,203	0.095	114	A
4	2028	1,249	0.095	119	A
5	2029	1,298	0.095	123	A
6	2030	1,348	0.095	128	A
7	2031	1,401	0.095	133	A
8	2032	1,455	0.095	138	B
9	2033	1,511	0.095	144	B
10	2034	1,570	0.095	149	B

Conclusión:

La carretera opera a nivel de servicio A durante los primeros 7 años del proyecto, y cierra con un nivel de servicio B al décimo año, operando adecuadamente.

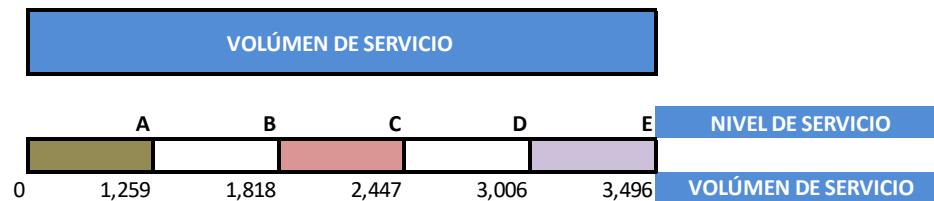
(Fuente: Elaboración propia)



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 65. Volumen de Servicio (VS_i) y Nivel de Servicios del camino Distribuidor Vial La Junta

Distribuidor Vial La Junta							
VOLUMEN DE SERVICIO	Ci	V/C	N	fa	fvp	fc	VOLUMEN (VPH)
VS_A	2000	0.36	2.00	1.00	0.87	1.00	1,259
VS_B	2000	0.52	2.00	1.00	0.87	1.00	1,818
VS_C	2000	0.70	2.00	1.00	0.87	1.00	2,447
VS_D	2000	0.86	2.00	1.00	0.87	1.00	3,006
VS_E	2000	1.00	2.00	1.00	0.87	1.00	3,496



Distribuidor Vial La Junta					
No.	AÑOS	TDPA (Veh/día)	K	VS (Veh/hora)	NIVEL DE SERVICIO
0	2024	3,322	0.098	326	A
1	2025	3,459	0.098	339	A
2	2026	3,602	0.098	353	A
3	2027	3,751	0.098	368	A
4	2028	3,906	0.098	383	A
5	2029	4,067	0.098	399	A
6	2030	4,235	0.098	415	A
7	2031	4,410	0.098	432	A
8	2032	4,592	0.098	450	A
9	2033	4,782	0.098	469	A
10	2034	4,979	0.098	488	A

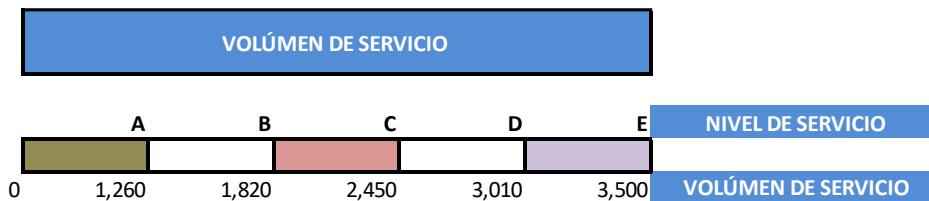
Conclusión: La carretera opera a nivel de servicio A durante toda la vida útil del proyecto, la vía opera adecuadamente.

(Fuente: Elaboración propia)

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 66. Volumen de Servicio (VS_i) y Nivel de Servicios del camino Parral - El Granillo

Parral - El Granillo							
VOLUMEN DE SERVICIO	Ci	V/C	N	fa	fvp	fc	VOLUMEN (VPH)
VS_A	2000	0.36	2.00	0.98	0.89	1.00	1,260
VS_B	2000	0.52	2.00	0.98	0.89	1.00	1,820
VS_C	2000	0.70	2.00	0.98	0.89	1.00	2,450
VS_D	2000	0.86	2.00	0.98	0.89	1.00	3,010
VS_E	2000	1.00	2.00	0.98	0.89	1.00	3,500



Parral - El Granillo					
No.	AÑOS	TDPA (Veh/día)	K	VS (Veh/hora)	NIVEL DE SERVICIO
0	2024	11,595	0.095	1,102	A
1	2025	11,885	0.095	1,129	A
2	2026	12,182	0.095	1,157	A
3	2027	12,487	0.095	1,186	A
4	2028	12,799	0.095	1,216	A
5	2029	13,119	0.095	1,246	A
6	2030	13,447	0.095	1,277	B
7	2031	13,783	0.095	1,309	B
8	2032	14,127	0.095	1,342	B
9	2033	14,481	0.095	1,376	B
10	2034	14,843	0.095	1,410	B

Conclusión: La carretera opera a nivel de servicio A hasta el 5 año, y cierra en nivel B al 10 año, la vía opera adecuadamente.

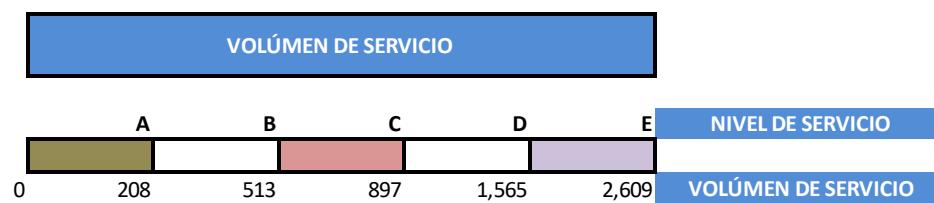
(Fuente: *Elaboración propia*)



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 67. Volumen de Servicio (VS_i) y Nivel de Servicios del camino I Griega - San Francisco del Oro

I Griega - San Francisco del Oro							
VOLUMEN DE SERVICIO	Ci	V/C	fD	fA	fP	fVP	VOLUMEN (VPH)
VS_A	2800	0.08	1.0	1.000	1	0.93	208
VS_B	2800	0.2	1.0	1.000	1	0.92	513
VS_C	2800	0.35	1.0	1.000	1	0.92	897
VS_D	2800	0.6	1.0	1.000	1	0.93	1,565
VS_E	2800	1	1.0	1.000	1	0.93	2,609



I Griega - San Francisco del Oro					
No.	AÑOS	TDPA (Veh/día)	K	VS (Veh/hora)	NIVEL DE SERVICIO
0	2024	3,150	0.095	299	B
1	2025	3,229	0.095	307	B
2	2026	3,309	0.095	314	B
3	2027	3,392	0.095	322	B
4	2028	3,477	0.095	330	B
5	2029	3,564	0.095	339	B
6	2030	3,653	0.095	347	B
7	2031	3,744	0.095	356	B
8	2032	3,838	0.095	365	B
9	2033	3,934	0.095	374	B
10	2034	4,032	0.095	383	B

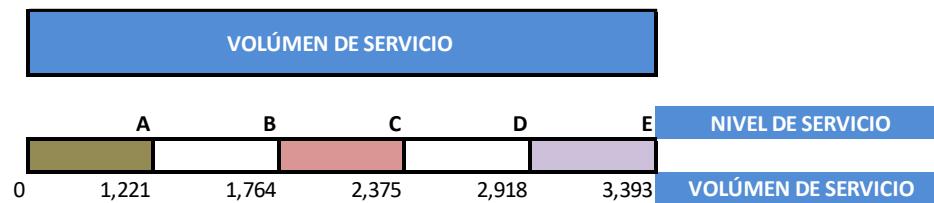
Conclusión: La carretera opera a nivel de servicio B durante la vida útil del proyecto, operando adecuadamente.

(Fuente: Elaboración propia)

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 68. Volumen de Servicio (VS_i) y Nivel de Servicios del camino Libramiento Camargo

Libramiento Camargo							
VOLUMEN DE SERVICIO	Ci	V/C	N	fa	fvp	fc	VOLUMEN (VPH)
VS _A	2000	0.36	2.00	0.95	0.89	1.00	1,221
VS _B	2000	0.52	2.00	0.95	0.89	1.00	1,764
VS _C	2000	0.70	2.00	0.95	0.89	1.00	2,375
VS _D	2000	0.86	2.00	0.95	0.89	1.00	2,918
VS _E	2000	1.00	2.00	0.95	0.89	1.00	3,393



Libramiento Camargo					
No.	AÑOS	TDPA (Veh/día)	K	VS (Veh/hora)	NIVEL DE SERVICIO
0	2024	5,751	0.095	546	A
1	2025	5,966	0.095	567	A
2	2026	6,189	0.095	588	A
3	2027	6,421	0.095	610	A
4	2028	6,661	0.095	633	A
5	2029	6,910	0.095	656	A
6	2030	7,168	0.095	681	A
7	2031	7,436	0.095	706	A
8	2032	7,715	0.095	733	A
9	2033	8,003	0.095	760	A
10	2034	8,302	0.095	789	A

Conclusión: La carretera opera a nivel de servicio A durante toda la vida útil del proyecto, la vía opera adecuadamente.

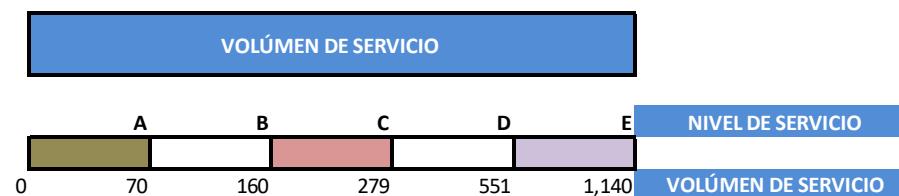
(Fuente: Elaboración propia)



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 69. Volumen de Servicio (VS_i) y Nivel de Servicios del camino Delicias - Presa Francisco I. Madero

Delicias - Presa Francisco I. Madero							
VOLUMEN DE SERVICIO	Ci	V/C	fD	fA	fP	fVP	VOLUMEN (VPH)
VS_A	2800	0.08	1.0	0.580	1	0.54	70
VS_B	2800	0.2	1.0	0.580	1	0.49	160
VS_C	2800	0.35	1.0	0.580	1	0.49	279
VS_D	2800	0.6	1.0	0.580	1	0.57	551
VS_E	2800	1	1.0	0.720	1	0.57	1,140



Delicias - Presa Francisco I. Madero					
No.	AÑOS	TDPA (Veh/día)	K	VS (Veh/hora)	NIVEL DE SERVICIO
0	2024	5,430	0.095	516	D
1	2025	5,572	0.095	529	D
2	2026	5,718	0.095	543	D
3	2027	5,868	0.095	557	E
4	2028	6,022	0.095	572	E
5	2029	6,180	0.095	587	E
6	2030	6,341	0.095	602	E
7	2031	6,508	0.095	618	E
8	2032	6,678	0.095	634	E
9	2033	6,853	0.095	651	E
10	2034	7,033	0.095	668	E

Conclusión:

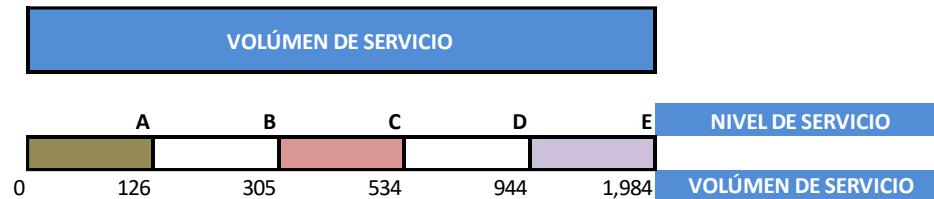
La carretera opera a nivel de servicio D durante los primeros 3 años y posteriormente a nivel de servicio E, es decir saturado, se recomienda considerar la ampliación de la vía.

(Fuente: Elaboración propia)

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 70. Volumen de Servicio (VS_i) y Nivel de Servicios del camino Meoqui - Julimes

Meoqui - Julimes							
VOLUMEN DE SERVICIO	Ci	V/C	fD	fA	fP	fVP	VOLUMEN (VPH)
VS_A	2800	0.08	1.0	0.650	1	0.86	126
VS_B	2800	0.2	1.0	0.650	1	0.84	305
VS_C	2800	0.35	1.0	0.650	1	0.84	534
VS_D	2800	0.6	1.0	0.650	1	0.86	944
VS_E	2800	1	1.0	0.820	1	0.86	1,984



Acceso al Cereso Chihuahua					
No.	AÑOS	TDPA (Veh/día)	K	VS (Veh/hora)	NIVEL DE SERVICIO
0	2024	6,277	0.095	596	C
1	2025	6,516	0.095	619	C
2	2026	6,764	0.095	643	C
3	2027	7,022	0.095	667	C
4	2028	7,290	0.095	693	C
5	2029	7,567	0.095	719	C
6	2030	7,856	0.095	746	D
7	2031	8,155	0.095	775	D
8	2032	8,466	0.095	804	D
9	2033	8,788	0.095	835	D
10	2034	9,123	0.095	867	D

Conclusión: La carretera opera a nivel de servicio C durante los primeros 5 años y posteriormente a nivel de servicio D, se recomienda considerar la ampliación de la vía a futuro.

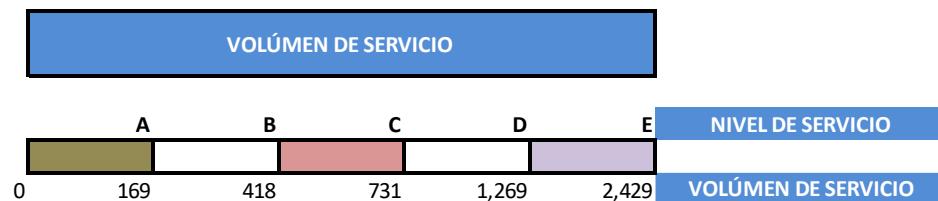
(Fuente: Elaboración propia)

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 71. Volumen de Servicio (VS_i) y Nivel de Servicios del camino Acceso al Cereso Chihuahua

Acceso al Cereso Chihuahua							
VOLUMEN DE SERVICIO	Ci	V/C	fD	fA	fP	fVP	VOLUMEN (VPH)
VS_A	2800	0.08	1.0	0.810	1	0.93	169
VS_B	2800	0.2	1.0	0.810	1	0.92	418
VS_C	2800	0.35	1.0	0.810	1	0.92	731
VS_D	2800	0.6	1.0	0.810	1	0.93	1,269
VS_E	2800	1	1.0	0.930	1	0.93	2,429



Acceso al Cereso Chihuahua					
No.	AÑOS	TDPA (Veh/día)	K	VS (Veh/hora)	NIVEL DE SERVICIO
0	2024	6,277	0.095	596	C
1	2025	6,516	0.095	619	C
2	2026	6,764	0.095	643	C
3	2027	7,022	0.095	667	C
4	2028	7,290	0.095	693	C
5	2029	7,567	0.095	719	C
6	2030	7,856	0.095	746	D
7	2031	8,155	0.095	775	D
8	2032	8,466	0.095	804	D
9	2033	8,788	0.095	835	D
10	2034	9,123	0.095	867	D

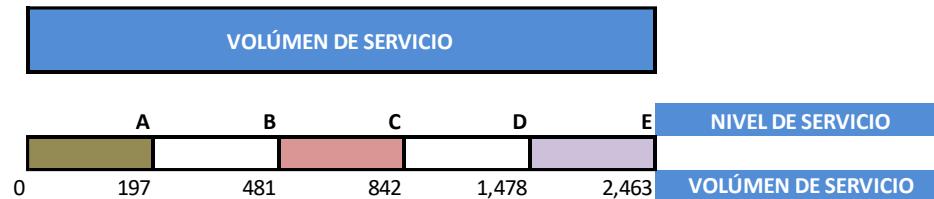
Conclusión: La carretera opera a nivel de servicio C durante los primeros 5 años y posteriormente a nivel de servicio D, se recomienda considerar la ampliación de la vía a futuro.

(Fuente: Elaboración propia)

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 72. Volumen de Servicio (VS_i) y Nivel de Servicios del camino Libramiento Cd. Aldama

Libramiento Cd. Aldama							
VOLUMEN DE SERVICIO	Ci	V/C	fD	fA	fP	fVP	VOLUMEN (VPH)
VS_A	2800	0.08	1.0	1.000	1	0.88	197
VS_B	2800	0.2	1.0	1.000	1	0.86	481
VS_C	2800	0.35	1.0	1.000	1	0.86	842
VS_D	2800	0.6	1.0	1.000	1	0.88	1,478
VS_E	2800	1	1.0	1.000	1	0.88	2,463



Libramiento Cd. Aldama					
No.	AÑOS	TDPA (Veh/día)	K	VS (Veh/hora)	NIVEL DE SERVICIO
0	2024	2,496	0.095	237	B
1	2025	2,793	0.095	265	B
2	2026	3,124	0.095	297	B
3	2027	3,495	0.095	332	B
4	2028	3,911	0.095	372	B
5	2029	4,375	0.095	416	B
6	2030	4,895	0.095	465	B
7	2031	5,477	0.095	520	C
8	2032	6,127	0.095	582	C
9	2033	6,855	0.095	651	C
10	2034	7,670	0.095	729	C

Conclusión: La carretera opera a nivel de servicio B durante los primeros 6 años y posteriormente a nivel de servicio C, la vía opera adecuadamente.

(Fuente: Elaboración propia)

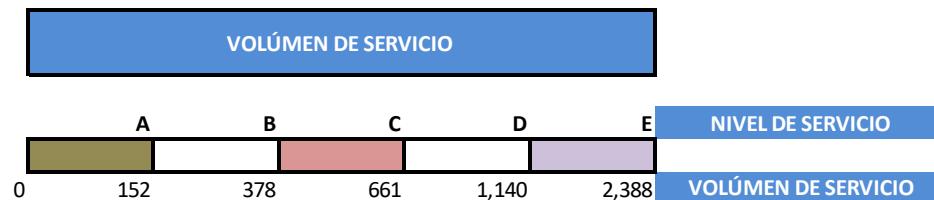


ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 73. Volumen de Servicio (VS_i) y Nivel de Servicios del camino Paso por Santa Isabel (libre)

Paso por Santa Isabel (libre)							
VOLUMEN DE SERVICIO	Ci	V/C	fD	fA	fP	fVP	VOLUMEN (VPH)
VS_A	2800	0.08	1.0	0.700	1	0.97	152
VS_B	2800	0.2	1.0	0.700	1	0.96	378
VS_C	2800	0.35	1.0	0.700	1	0.96	661
VS_D	2800	0.6	1.0	0.700	1	0.97	1,140
VS_E	2800	1	1.0	0.880	1	0.97	2,388



Paso por Santa Isabel (libre)					
No.	AÑOS	TDPA (Veh/día)	K	VS (Veh/hora)	NIVEL DE SERVICIO
0	2024	4,228	0.095	402	C
1	2025	4,392	0.095	417	C
2	2026	4,562	0.095	433	C
3	2027	4,739	0.095	450	C
4	2028	4,923	0.095	468	C
5	2029	5,114	0.095	486	C
6	2030	5,313	0.095	505	C
7	2031	5,519	0.095	524	C
8	2032	5,733	0.095	545	C
9	2033	5,956	0.095	566	C
10	2034	6,187	0.095	588	C

Conclusión: La carretera opera a nivel de servicio C durante toda la vida útil del proyecto, la vía opera adecuadamente.

(Fuente: Elaboración propia)

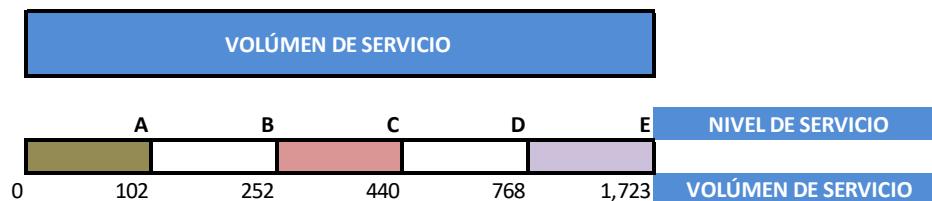


ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 74. Volumen de Servicio (VS_i) y Nivel de Servicios del camino Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col. Juárez

Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col. Juárez							
VOLUMEN DE SERVICIO	Ci	V/C	fD	fA	fP	fVP	VOLUMEN (VPH)
VS_A	2800	0.08	1.0	0.490	1	0.93	102
VS_B	2800	0.2	1.0	0.490	1	0.92	252
VS_C	2800	0.35	1.0	0.490	1	0.92	440
VS_D	2800	0.6	1.0	0.490	1	0.93	768
VS_E	2800	1	1.0	0.660	1	0.93	1,723



Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col. Juárez					
No.	AÑOS	TDPA (Veh/día)	K	VS (Veh/hora)	NIVEL DE SERVICIO
0	2024	1,328	0.095	126	B
1	2025	1,402	0.095	133	B
2	2026	1,481	0.095	141	B
3	2027	1,564	0.095	149	B
4	2028	1,651	0.095	157	B
5	2029	1,744	0.095	166	B
6	2030	1,842	0.095	175	B
7	2031	1,945	0.095	185	B
8	2032	2,054	0.095	195	B
9	2033	2,169	0.095	206	B
10	2034	2,290	0.095	218	B

Conclusión:

La carretera opera a nivel de servicio B durante toda la vida útil del proyecto, la vía opera adecuadamente.

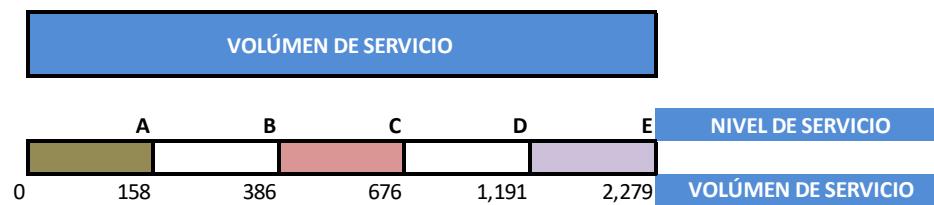
(Fuente: Elaboración propia)



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 75. Volumen de Servicio (VS_i) y Nivel de Servicios del camino Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc

Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc							
VOLUMEN DE SERVICIO	Ci	V/C	fD	fA	fP	fVP	VOLUMEN (VPH)
VS_A	2800	0.08	1.0	0.810	1	0.87	158
VS_B	2800	0.2	1.0	0.810	1	0.85	386
VS_C	2800	0.35	1.0	0.810	1	0.85	676
VS_D	2800	0.6	1.0	0.810	1	0.88	1,191
VS_E	2800	1	1.0	0.930	1	0.88	2,279



Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc					
No.	AÑOS	TDPA (Veh/día)	K	VS (Veh/hora)	NIVEL DE SERVICIO
0	2024	280	0.095	27	A
1	2025	296	0.095	28	A
2	2026	312	0.095	30	A
3	2027	330	0.095	31	A
4	2028	348	0.095	33	A
5	2029	368	0.095	35	A
6	2030	388	0.095	37	A
7	2031	410	0.095	39	A
8	2032	433	0.095	41	A
9	2033	457	0.095	43	A
10	2034	483	0.095	46	A

Conclusión: La carretera opera a nivel de servicio A durante toda la vida útil del proyecto, la vía opera adecuadamente.

(Fuente: Elaboración propia)

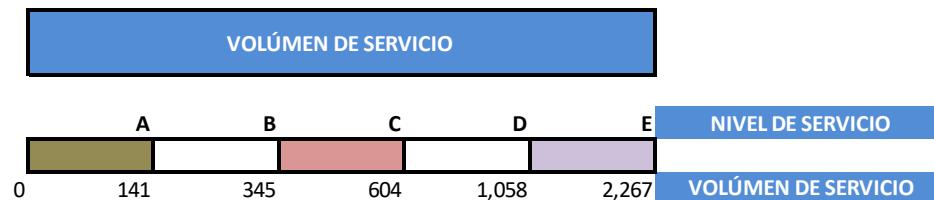


ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 76. Volumen de Servicio (VS_i) y Nivel de Servicios del camino Ramal a Ex Hacienda de San Diego

Ramal a Ex Hacienda de San Diego							
VOLUMEN DE SERVICIO	Ci	V/C	fD	fA	fP	fVP	VOLUMEN (VPH)
VS_A	2800	0.08	1.0	0.700	1	0.90	141
VS_B	2800	0.2	1.0	0.700	1	0.88	345
VS_C	2800	0.35	1.0	0.700	1	0.88	604
VS_D	2800	0.6	1.0	0.700	1	0.90	1,058
VS_E	2800	1	1.0	0.900	1	0.90	2,267



Ramal a Ex Hacienda de San Diego					
No.	AÑOS	TDPA (Veh/día)	K	VS (Veh/hora)	NIVEL DE SERVICIO
0	2024	158	0.095	15	A
1	2025	167	0.095	16	A
2	2026	176	0.095	17	A
3	2027	186	0.095	18	A
4	2028	196	0.095	19	A
5	2029	207	0.095	20	A
6	2030	219	0.095	21	A
7	2031	231	0.095	22	A
8	2032	244	0.095	23	A
9	2033	258	0.095	25	A
10	2034	272	0.095	26	A

Conclusión: La carretera opera a nivel de servicio A durante toda la vida útil del proyecto, la vía opera adecuadamente.

(Fuente: Elaboración propia)

h) Metas anuales y totales de producción

Las metas anuales de producción del presente proyecto, consisten en la cantidad de viajes que se realizarán con el Proyecto de Inversión. En este sentido, dicho aforo vehicular se puede consultar en las tablas de los números 28 a 40, que representan la proyección de la demanda (TDPA) de la “situación sin proyecto”, que corresponderá a la “situación con proyecto”.

i) Vida útil

Se estima que la vida útil del Proyecto de inversión denominado “TRABAJOS DE LA RECONSTRUCCIÓN LA RED DE CARRETERAS ALIMENTADORAS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA” tendrá una vida útil de 10 años, por lo que el horizonte de la evaluación es de 11 años, debido a que el primer año es el tiempo que se llevará la ejecución de los trabajos.

Tabla No. 77. Vida Útil del Proyecto de Inversión

VIDA ÚTIL DEL PROYECTO DE INVERSIÓN	
Vida útil en años	El horizonte de evaluación del proyecto es de 11 años, en tanto que la vida útil del proyecto es por un periodo de 10 años, debido a que el primer año es el tiempo que se lleva la ejecución del proyecto.

(Fuente: Elaboración propia)

j) Descripción de los aspectos más relevantes

Estudios Técnicos: El proyecto ejecutivo fue desarrollado conforme a las Normas para la Infraestructura del transporte de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (NIT-SICT), por lo que desde el punto de vista técnico el proyecto no tiene ningún problema para ejecutarse.

Estudios Legales: Con base en los estudios legales se concluye que se cuenta con la propiedad del derecho de vía y el uso de suelo necesario para llevar a cabo el proyecto, por lo que por la parte legal el proyecto no tiene ningún inconveniente para ejecutarse, por tratarse de caminos en operación.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Estudios Ambientales: El resolutivo de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del Gobierno del Estado, en relación a la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) establece que debido a que se tratan de trabajos de conservación sobre caminos existentes en operación, estos no causan impactos ambientales significativos, por lo que no requiere de una autorización en materia de impacto ambiental, según lo establecido en los artículos 41 y 43 de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente del Estado de Chihuahua y de los artículos 104 y 105 de su Reglamento.

Estudios de Económicos: Desde el punto de vista Económico, considerando los resultados que presenta la Evaluación Costo Beneficio Simplificado (ACBS) del proyecto en estudio, se concluye que el presente Proyecto de Inversión, es factible económica de realizar, así como el tiempo en el cual será recuperada la inversión y se comenzarán a presentar ahorros por efecto del mismo.

k) Análisis de la Oferta

El proyecto de “LA RECONSTRUCCIÓN LA RED DE CARRETERAS ALIMENTADORAS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA”, contempla trabajos que se realizarán en una longitud de 109.23 kilómetros, sobre un terreno del tipo plano, cuyas características físicas y geométricas de estos tramos en estudio, se presentan en la tabla siguiente.

Tabla No. 78. Características físicas y geométricas de la carretera de la “situación con proyecto”

No.	CAMINO	LONGITUD TRATADA (Km)	TIPO DE CARRETERA	TIPO DE TERRENO	NUMERO DE CARRILES	ANCHO DE CARRIL (M)	FRANJA CENTRAL (M)	ANCHO DE CALZADA (M)	ANCHO DE CORONA (M)	ACOTAMIENTO (M)	SUPERFICIE DE RODAMIENTO	INDICE DE REGULARIDAD PROMEDIO (IRI)	ESTADO FÍSICO DEL PAVIMENTO
	Residencia Cuauhtemoc												
01	Santa Isabel - Anáhuac	42.60	D	PLANO	2.00	3.40	NO CUENTA	6.8	6.8	NO CUENTA	ASFÁLTICA	2.0	Buena
02	Distribuidor Vial La Junta	2.80	A4	PLANO	4.00	3.50	22.00	9.0	42.0	2.0	ASFÁLTICA	2.0	Buena
	Residencia Parral												
03	Parral - El Granillo	8.00	A4	PLANO	4.00	4.00	4.65	9.0	22.5	1.0	ASFÁLTICA	2.0	Buena
04	Griegos - San Francisco del Oro	2.61	D	PLANO	2.00	3.80	NO CUENTA	7.6	11.0	1.7	ASFÁLTICA	2.0	Buena
05	Libramiento Camargo	8.80	A4	PLANO	4.00	3.58	2.70	7.15	18.2	0.6	ASFÁLTICA	2.0	Buena
	Residencia Delicias												
06	Delicias - Presa Francisco I. Madero	8.76	D	PLANO	2.00	3.07	NO CUENTA	6.15	6.15	NO CUENTA	ASFÁLTICA	2.0	Buena
07	Meoqui - Julimes	15.00	D	PLANO	2.00	3.25	NO CUENTA	6.5	6.5	NO CUENTA	ASFÁLTICA	2.0	Buena
	Residencia Chihuahua												
08	Acceso al Cereso Chihuahua	1.13	D	PLANO	2.00	4.00	NO CUENTA	8.0	9.0	0.5	ASFÁLTICA	2.0	Buena
09	Libramiento Cd. Aldama	4.00	B	PLANO	2.00	3.75	NO CUENTA	7.5	12.5	2.5	ASFÁLTICA	2.0	Buena
10	Santa Isabel - Anáhuac Tramo: Paso por Santa Isabel (libre)	6.19	D	PLANO	2.00	3.50	NO CUENTA	7.0	7.0	NO CUENTA	ASFÁLTICA	2.0	Buena
	Residencia Ahumada												
11	Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col. Juárez	4.20	D	PLANO	2.00	2.85	NO CUENTA	5.7	5.7	NO CUENTA	ASFÁLTICA	2.0	Buena
12	Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc	3.94	D	PLANO	2.00	3.75	NO CUENTA	7.5	9.0	0.8	ASFÁLTICA	2.0	Buena
13	Ramal a Ex Hacienda de San Diego	1.20	D	PLANO	2.00	3.50	NO CUENTA	7.0	7.0	NO CUENTA	ASFÁLTICA	2.0	Buena
		109.23											

Fuente: Elaboración propia con base a las características geométricas de la vía obtenidas en campo.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

El proyecto contempla trabajos de mantenimiento mayor o conservación periódica, mediante la rehabilitación del pavimento, que abarcan principalmente: trabajos de fresado sobre la superficie de rodadura, colocación de geosintéticos, renivelaciones y la construcción de carpetas asfálticas de granulometría densa de espesor variable, en la siguiente tabla se presenta un resumen de los trabajos mencionados para cada tramo.

Con la implementación del proyecto, se mejorarán las condiciones del pavimento, pasando de un estado físico de “Regular a Malo”, con un IRI de 4 a 6, a un estado físico “Muy Bueno” con un IRI de 2.0, reduciendo con ello el Costos Generalizados de Viaje (CGV) de los usuarios de la red de las carreteras alimentadoras del estado de Chihuahua.

I) Análisis de la Demanda

Con la implementación del proyecto no se espera un impacto en la demanda de la situación sin proyecto, por lo que para la situación con proyecto se considera la misma demanda, los datos de la demanda de la situación sin proyecto se obtuvieron del estudio de tránsito realizado a los tramos en estudio.

Para la proyección de la demanda (TDPA) de la situación con proyecto, a lo largo del horizonte de proyecto evaluado, se considera una **tasa de crecimiento anual (r)**, la cual fue estimada para cada tramo en estudio, para lo cual se aplicará la siguiente ecuación:

$$TDPA_t = TDPA_{t-1}(1 + r)$$

Dónde:

TDPA Tránsito normal, en veh./día

t el año durante el horizonte de la evaluación, en años.

r es la tasa anual del crecimiento del tránsito, en decimal.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 79. Demanda de la situación con proyecto y la tasa de crecimiento del Transito Diario Promedio Anual (TDPA) (r) de los tramos en estudio

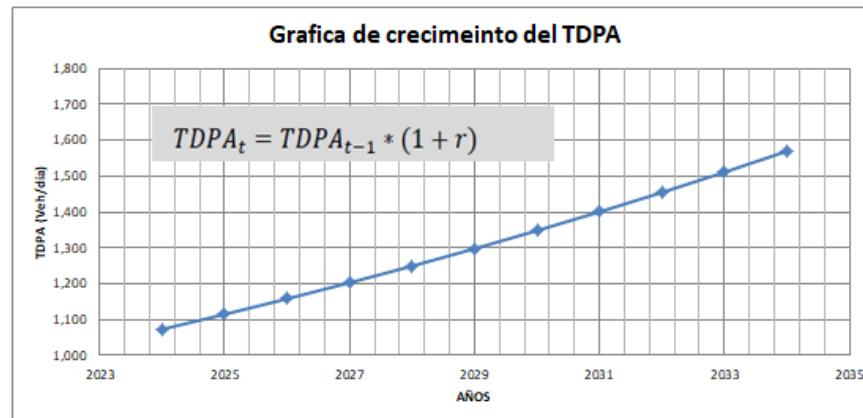
No.	CAMINO	LONGITUD TRATADA (Km)	IRI	TDPA (VEH/DÍA) 2024	Tasa de Crecimiento r (%)	VEHICULOS TIPO A (%)	VEHICULOS TIPO B (%)	VEHICULOS TIPO C (%)
Residencia Cuauhtemoc								
01	Santa Isabel - Anahuac	42.60	6.0	1,073	3.88	91.5%	0.0%	8.5%
02	Distribuidor Vial La Junta	2.80	4.0	3,322	4.13	78.8%	2.1%	19.1%
Residencia Parral								
03	Parral - El Granillo	8.00	4.0	11,595	2.50	82.0%	3.0%	15.0%
04	Griega - San Francisco del Oro	2.61	4.0	3,150	2.50	92.1%	1.4%	6.5%
05	Libramiento Camargo	8.80	4.0	5,751	3.74	40.0%	13.0%	47.0%
Residencia Delicias								
06	Delicias - Presa Francisco I. Madero	8.76	4.0	5,430	2.62	7.1%	40.2%	52.7%
07	Meoqui - Juliimes	15.00	4.0	4,594	2.62	83.8%	1.2%	15.0%
Residencia Chihuahua								
08	Acceso al Cereso Chihuahua	1.13	4.0	6,277	3.81	92.8%	0.0%	7.2%
09	Libramiento Cd. Aldama	4.00	4.0	2,496	11.88	86.3%	0.0%	13.7%
10	Santa Isabel - Anáhuac Tramo: Paso por Santa Isabel (libre)	6.19	4.0	4,228	3.88	96.8%	0.0%	3.2%
Residencia Ahumada								
11	Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col. Juárez	4.20	4.0	1,328	5.60	92.2%	1.4%	6.4%
12	Colonia Juárez - Colonia Cuahtémoc	3.94	4.0	280	5.60	85.3%	1.1%	13.6%
13	Ramal a Ex Hacienda de San Diego	1.20	4.0	158	5.60	88.6%	0.6%	10.8%

(Fuente propia).

En las siguientes figuras, se presenta la proyección de la demanda de la situación con proyecto, utilizando la ecuación mencionada anteriormente y las tasas de crecimiento anual del Transito Diario Promedio Anual (TDPA) respectivas, para cada uno de los tramos en estudio, para un periodo de 10 años, que es la vida útil esperada de los trabajos de reconstrucción de los tramos en estudio.

Tabla No. 80. Proyección de la demanda (TDPA) de la “situación con proyecto” del tramo: Santa Isabel – Anáhuac.

DEMANDA CON UNA r = 3.88 % ANUAL		
No.	AÑOS	TDPA (Veh/día)
0	2024	1,073
1	2025	1,115
2	2026	1,158
3	2027	1,203
4	2028	1,249
5	2029	1,298
6	2030	1,348
7	2031	1,401
8	2032	1,455
9	2033	1,511
10	2034	1,570

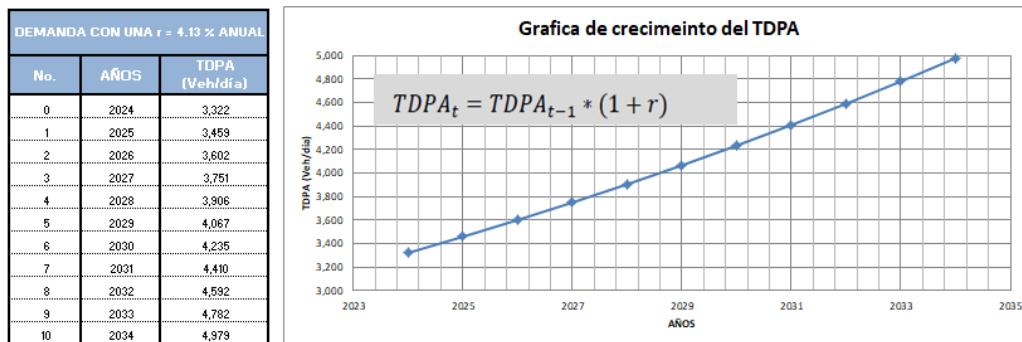


(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

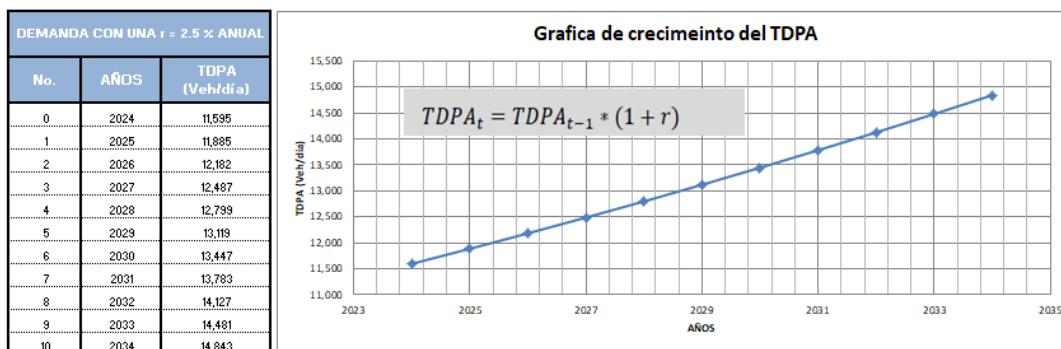
PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 81. Proyección de la demanda (TDPA) de la “situación con proyecto” del tramo:
Distribuidor Vial La Junta.



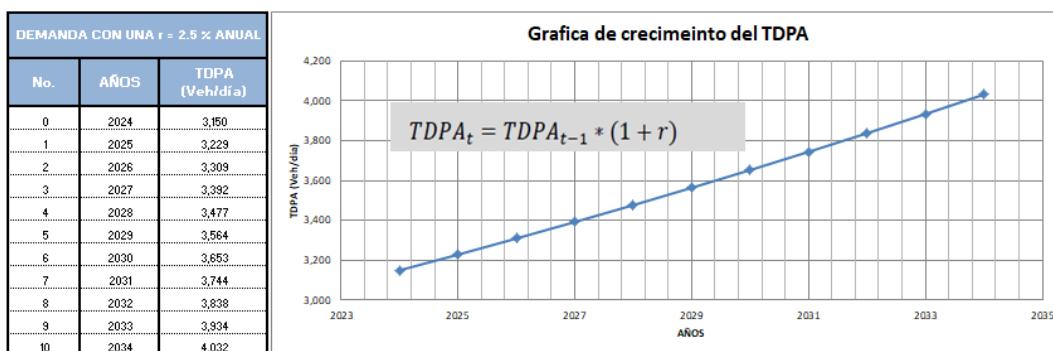
(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

Tabla No. 82. Proyección de la demanda (TDPA) de la “situación con proyecto” del tramo:
Parral - El Granillo.



(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

Tabla No. 83. Proyección de la demanda (TDPA) de la “situación con proyecto” del tramo: I
Griega - San Francisco del Oro.



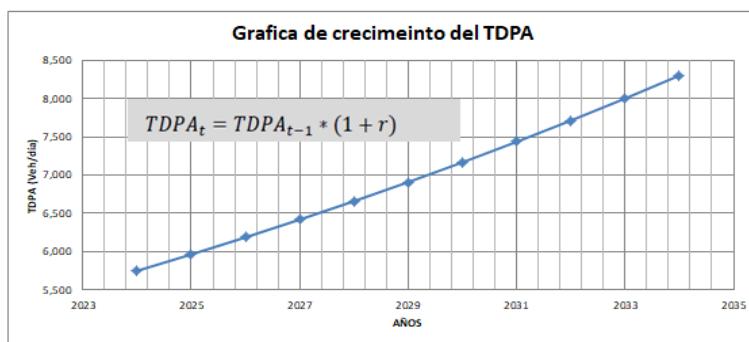
(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 84. Proyección de la demanda (TDPA) de la “situación con proyecto” del tramo:
Libramiento Camargo.

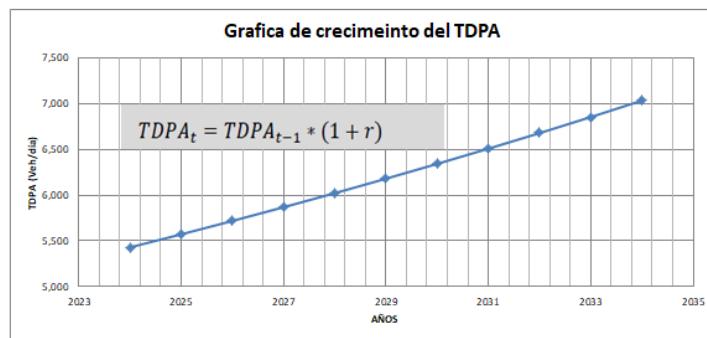
DEMANDA CON UNA $r = 3.74\% \text{ ANUAL}$		
No.	AÑOS	TDPA (Veh/día)
0	2024	5,751
1	2025	5,866
2	2026	6,189
3	2027	6,421
4	2028	6,661
5	2029	6,910
6	2030	7,168
7	2031	7,436
8	2032	7,715
9	2033	8,003
10	2034	8,302



(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

Tabla No. 85. Proyección de la demanda (TDPA) de la “situación con proyecto” del tramo:
Delicias - Presa Francisco I. Madero.

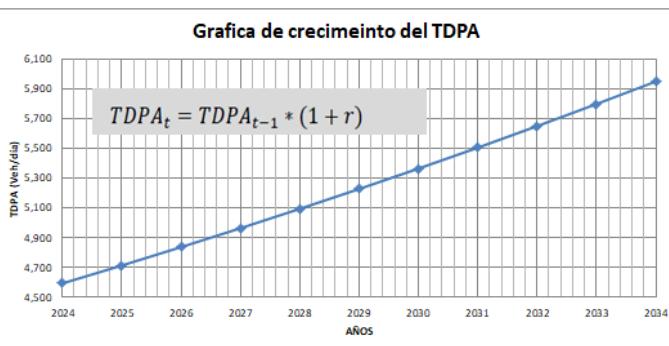
DEMANDA CON UNA $r = 2.62\% \text{ ANUAL}$		
No.	AÑOS	TDPA (Veh/día)
0	2024	5,430
1	2025	5,572
2	2026	5,718
3	2027	5,868
4	2028	6,022
5	2029	6,180
6	2030	6,341
7	2031	6,508
8	2032	6,678
9	2033	6,853
10	2034	7,033



(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

Tabla No. 86. Proyección de la demanda (TDPA) de la “situación con proyecto” del tramo:
Meoqui - Julimes.

DEMANDA CON UNA $r = 2.62\% \text{ ANUAL}$		
No.	AÑOS	TDPA (Veh/día)
0	2024	4,594
1	2025	4,714
2	2026	4,838
3	2027	4,965
4	2028	5,095
5	2029	5,228
6	2030	5,365
7	2031	5,506
8	2032	5,650
9	2033	5,798
10	2034	5,950



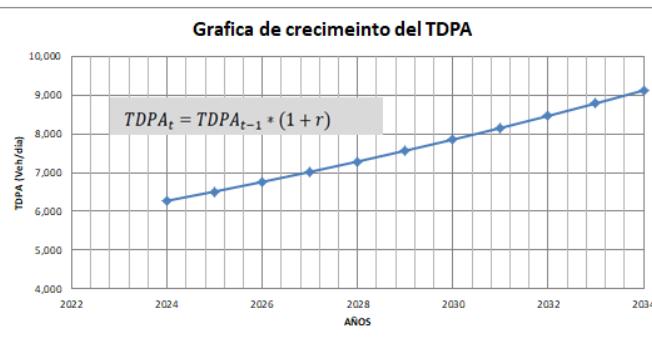
(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 87. Proyección de la demanda (TDPA) de la “situación con proyecto” del tramo:
Acceso al Cereso Chihuahua.

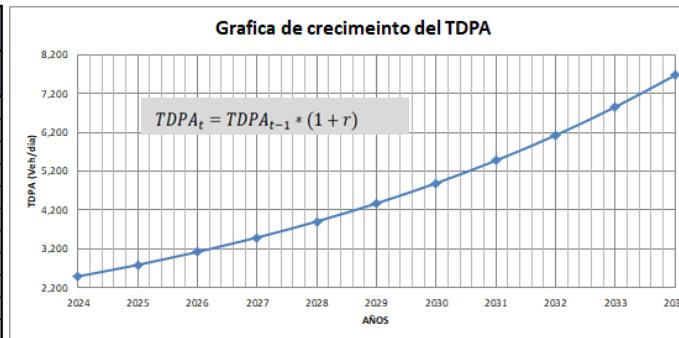
DEMANDA CON UNA $r = 3.81\% \text{ ANUAL}$		
No.	AÑOS	TDPA (Veh/día)
0	2024	6,277
1	2025	6,516
2	2026	6,764
3	2027	7,022
4	2028	7,290
5	2029	7,567
6	2030	7,866
7	2031	8,155
8	2032	8,466
9	2033	8,788
10	2034	9,123



(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

Tabla No. 88. Proyección de la demanda (TDPA) de la “situación con proyecto” del tramo:
Libramiento Cd. Aldama.

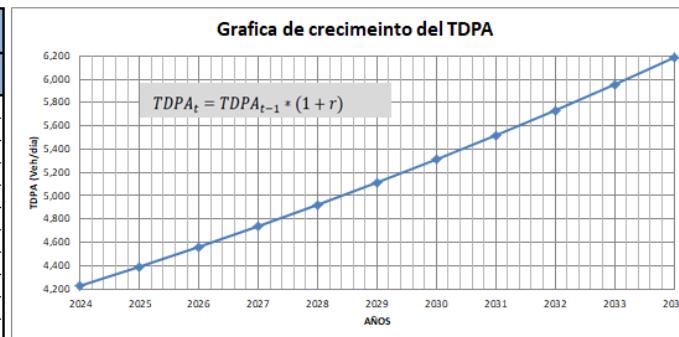
DEMANDA CON UNA $r = 11.88\% \text{ ANUAL}$		
No.	AÑOS	TDPA (Veh/día)
0	2024	2,496
1	2025	2,793
2	2026	3,124
3	2027	3,495
4	2028	3,911
5	2029	4,375
6	2030	4,895
7	2031	5,477
8	2032	6,127
9	2033	6,855
10	2034	7,670



(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

Tabla No. 89. Proyección de la demanda (TDPA) de la “situación con proyecto” del tramo: Paso por Santa Isabel (libre).

DEMANDA CON UNA $r = 3.88\% \text{ ANUAL}$		
No.	AÑOS	TDPA (Veh/día)
0	2024	4,228
1	2025	4,392
2	2026	4,562
3	2027	4,739
4	2028	4,923
5	2029	5,114
6	2030	5,313
7	2031	5,519
8	2032	5,733
9	2033	5,956
10	2034	6,187

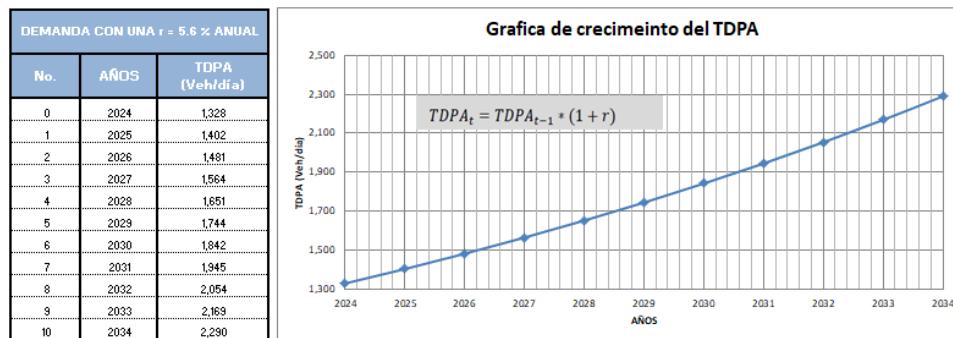


(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

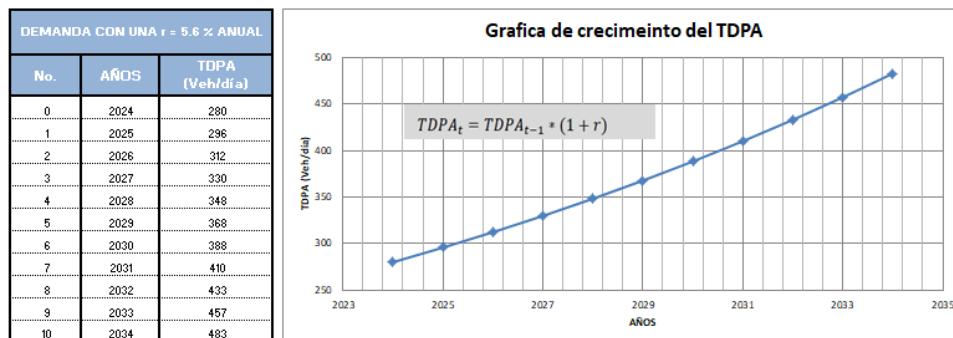
PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 90. Proyección de la demanda (TDPA) de la “**situación con proyecto**” del tramo: Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col. Juárez.



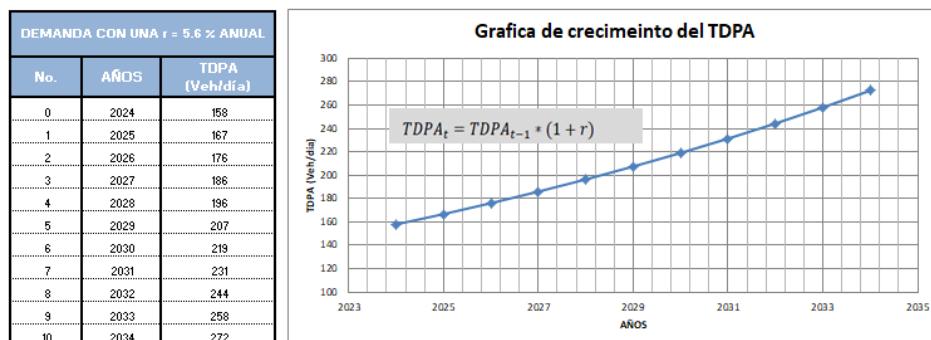
(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

Tabla No. 91. Proyección de la demanda (TDPA) de la “**situación con proyecto**” del tramo: Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc.



(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

Tabla No. 92. Proyección de la demanda (TDPA) de la “**situación con proyecto**” del tramo: Ramal a Ex Hacienda de San Diego.



(Fuente: Elaboración propia con base a los aforos de campo y estudio de tráfico.)

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

De acuerdo con la metodología propuesta para la estimación del Costo Generalizado de Viaje (CGV) de la situación con proyecto, se utilizará un índice de ocupación por tipo de vehículo de 2.6 personas para vehículos tipo A, 24.2 personas para vehículos tipo B y 1.9 personas para vehículos tipo C.

m) Interacción Oferta-Demanda

Una vez desarrollado el proyecto de LA RECONSTRUCCIÓN LA RED DE CARRETERAS ALIMENTADORAS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA, su efecto se reflejará en la “interacción entre la oferta y la demanda” de la situación con proyecto, reduciendo con ello el Costo Generalizado de Viaje (CGV).

Para evaluar esta situación, se estimó el Costo Generalizado de Viaje (CGV) a lo largo del horizonte de proyecto de cada tramo, considerando la proyección de la demanda esperada (TDPA), estimando así el Costo de Operación Vehicular (COV) anual, la velocidad promedio de operación de los vehículos y por consiguiente la valoración del Costo de Tiempo de Recorrido (CTR) anual de los pasajeros que viajan en los vehículos. En la tabla siguiente se presentan las velocidades promedio de operación obtenidas de los vehículos de la situación con proyecto, las cuales fueron obtenidas para la nueva condición del pavimento (IRI = 2.0), mediante las recomendaciones de la publicación técnica del Instituto Mexicano el Trasporte (IMT) No. 756 “Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2023”, estas velocidades fueron utilizadas para posteriormente calcular el Costo Generalizado de Viaje (CGV) de la situación con proyecto de cada uno de los tramos.

Tabla No. 93. Velocidades promedio de operación de la “situación con proyecto”

TIPO DE VEHÍCULO	VELOCIDAD PROMEDIO
Vehículo Ligero (A)	84.33 Km/hr
Autobús (B)	80.14 Km/hr
Camión de Carga (C)	69.24 Km/hr

(Fuente: Elaboración propia con base a la publicación técnica No. 756)

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Para calcular el Costo de Operación Vehicular (COV) anual de la situación con proyecto, se recurre a la publicación técnica del Instituto Mexicano el Trasporte (IMT) No. 756 “*Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2023*”, que toma como referencia los modelos matemáticos desarrollados por el Banco Mundial, que utiliza un programa de computo denominado *Vehicle Operating Costs* (VOC) adaptando a las características mexicanas, obteniendo así los costos de operación base y los factores de ajuste a estos, según las características de la carretera a estudiar (IRI), los costos de operación base se ajustaron mediante el índice precio productor (IPP) del INEGI a junio del 2024.

Para estimar el Costo de Operación Vehicular (COV) anual de la situación con proyecto, se analizó un periodo de 10 años, que es el horizonte de proyecto, empleado el TDPA para cada año, con la siguiente ecuación:

$$COV = F_b \times CB \times TDPA \times 365 \times Long.$$

Dónde:

COV Costo de operación vehicular anual, para todos los vehículos en cada año.

F_b Factor de costo de operación base, para el tipo de vehículo, tipo de terreno y estado de la superficie del camino.

CB Costo de operación base del vehículo, obtenida de publicación No. 756 (IMT).

TDPA Transito diario promedio anual del vehículo.

Para el cálculo del Costo de Tiempo de Recorrido (CTR) de la situación con proyecto se utilizó la información de la nota Técnica No. 207 del Instituto Mexicano el Trasporte (IMT), en la que se considera el valor del tiempo de las personas por concepto de trabajo y por placer del año 2024, considerando que del total de los viaje, el 70% son por trabajo y el 30% por motivo de placer.

Para evaluar el Costo de Tiempo de Recorrido (CTR) anual de la situación con proyecto, se analizó un periodo de 10 años, que es el horizonte de proyecto, empleado el TDPA para cada año, empleando la siguiente ecuación:

$$CTR = TDPA \times Indice\ de\ Ocup.\times Factor\ x\ Costo\ tiempo\ x\ 365$$

Dónde:

CTR Costo del Tiempo de Recorrido (CTR) anual



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

TDPA Transito diario promedio Anual del vehículo.

Factor El Factor por trabajo o placer del objeto del viaje

Costo Tiempo El valor del tiempo de las personas por concepto de trabajo y por placer.

En las tablas siguientes, se presentan los resultados del Costo Generalizado de Viaje (CGV) de la situación con proyecto de cada uno de los tramos, evaluando al horizonte de proyecto de 10 años, con un año de ejecución del proyecto.

Tabla No. 94. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación con proyecto**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Santa Isabel - Anáhuac.

AÑO	t	Publicación 756 IMT						Con un IRI de: 2						Costos Totales (Pesos por Año)				
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)			Costos de Operación Vehicular (\$/km)			Tiempo de Recorrido (Horas)			Situación con Proyecto				
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	AÑO	COV	CTR	CGV
2024	0	1073	982	0	91	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.51	0.53	0.62	2,024	129,032,149	51,211,043	180,243,192
2025	1	1115	1020	0	95	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.51	0.53	0.62	2,025	134,038,596	53,198,031	187,236,628
2026	2	1158	1059	0	98	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.51	0.53	0.62	2,026	139,239,294	55,262,115	194,501,409
2027	3	1203	1101	0	102	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.51	0.53	0.62	2,027	144,641,778	57,406,285	202,048,064
2028	4	1249	1143	0	106	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.51	0.53	0.62	2,028	150,253,879	59,633,649	209,887,528
2029	5	1298	1188	0	110	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.51	0.53	0.62	2,029	156,083,730	61,947,435	218,031,164
2030	6	1348	1234	0	115	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.51	0.53	0.62	2,030	162,139,779	64,350,995	226,490,774
2031	7	1401	1282	0	119	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.51	0.53	0.62	2,031	168,430,802	66,847,814	235,278,616
2032	8	1455	1331	0	124	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.51	0.53	0.62	2,032	174,965,917	69,441,509	244,407,426
2033	9	1511	1383	0	128	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.51	0.53	0.62	2,033	181,754,985	72,135,839	253,890,434
2034	10	1570	1437	0	133	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.51	0.53	0.62	2,034	188,806,673	74,934,710	263,741,383

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 95. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación con proyecto**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Distribuidor Vial La Junta.

AÑO	t	Publicación 756 IMT						Con un IRI de: 2						Costos Totales (Pesos por Año)			
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)			Costos de Operación Vehicular (\$/km)			Tiempo de Recorrido (Horas)			Situación con Proyecto			
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	AÑO	COV	CTR
2024	0	3322	2618	70	635	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	2,024	29,309,047	12,276,934	41,585,981		
2025	1	3459	2726	73	661	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	2,025	30,519,511	12,783,971	43,303,482		
2026	2	3602	2838	76	688	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	2,026	31,779,967	13,311,949	45,091,916		
2027	3	3751	2956	79	716	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	2,027	33,092,479	13,861,733	46,954,212		
2028	4	3906	3078	82	746	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	2,028	34,459,199	14,434,222	48,893,421		
2029	5	4067	3205	85	777	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	2,029	35,882,364	15,030,356	50,912,719		
2030	6	4235	3337	89	809	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	2,030	37,364,305	15,651,109	53,015,415		
2031	7	4410	3475	93	842	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	2,031	38,907,451	16,297,500	55,204,951		
2032	8	4592	3619	96	877	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	2,032	40,514,329	16,970,587	57,484,916		
2033	9	4782	3768	100	913	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	2,033	42,187,570	17,671,472	59,859,043		
2034	10	4979	3924	105	951	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	2,034	43,929,917	18,401,304	62,331,221		

Fuente: Elaboración propia



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 96. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación con proyecto**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Parral – El Granillo.

t		Publicación 756 IMT			Con un IRI de: 2			Tiempo de Recorrido (Horas)			Costos Totales (Pesos por Año)						
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)						Situación con Proyecto						
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	AÑO	COV	CTR
0	11595	9508	348	1739	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.09	0.10	0.12	2,024	288,326,233	131,360,357	419,686,589
1	11885	9746	357	1783	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.09	0.10	0.12	2,025	295,534,388	134,644,366	430,178,754
2	12182	9989	365	1827	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.09	0.10	0.12	2,026	302,922,748	138,010,475	440,933,223
3	12487	10239	375	1873	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.09	0.10	0.12	2,027	310,495,817	141,460,737	451,956,553
4	12799	10495	384	1920	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.09	0.10	0.12	2,028	318,258,212	144,997,255	463,255,467
5	13119	10757	394	1968	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.09	0.10	0.12	2,029	326,214,668	148,622,186	474,836,854
6	13447	11026	403	2017	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.09	0.10	0.12	2,030	334,370,034	152,337,741	486,707,775
7	13783	11302	413	2067	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.09	0.10	0.12	2,031	342,729,285	156,146,184	496,875,470
8	14127	11584	424	2119	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.09	0.10	0.12	2,032	351,297,517	160,049,839	511,347,356
9	14481	11874	434	2172	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.09	0.10	0.12	2,033	360,079,955	164,051,085	524,131,040
10	14843	12171	445	2226	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.09	0.10	0.12	2,034	369,081,954	168,152,362	537,234,316

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 97. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación con proyecto**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: I Griega - San Francisco del Oro.

AÑO	t	Publicación 756 IMT			Con un IRI de: 2			Tiempo de Recorrido (Horas)			Costos Totales (Pesos por Año)							
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)						Situación con Proyecto							
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	AÑO	COV	CTR	CGV
2024	0	3150	2901	44	205	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.03	0.03	0.04	2,024	23,425,726	10,397,254	33,822,979
2025	1	3229	2974	45	210	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.03	0.03	0.04	2,025	24,011,369	10,657,185	34,668,554
2026	2	3309	3048	46	215	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.03	0.03	0.04	2,026	24,611,653	10,923,614	35,535,268
2027	3	3392	3124	47	220	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.03	0.03	0.04	2,027	25,226,945	11,196,705	36,423,649
2028	4	3477	3202	49	226	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.03	0.03	0.04	2,028	25,857,618	11,476,622	37,334,241
2029	5	3564	3282	50	232	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.03	0.03	0.04	2,029	26,504,059	11,763,538	38,267,597
2030	6	3653	3364	51	237	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.03	0.03	0.04	2,030	27,166,660	12,057,626	39,224,287
2031	7	3744	3449	52	243	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.03	0.03	0.04	2,031	27,845,827	12,359,067	40,204,894
2032	8	3838	3535	54	249	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.03	0.03	0.04	2,032	28,541,972	12,668,044	41,210,016
2033	9	3934	3623	55	256	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.03	0.03	0.04	2,033	29,255,522	12,984,745	42,240,267
2034	10	4032	3714	56	262	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.03	0.03	0.04	2,034	29,986,910	13,309,364	43,296,273

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 98. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación con proyecto**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Libramiento Camargo.

AÑO	t	Publicación 756 IMT			Con un IRI de: 2			Tiempo de Recorrido (Horas)			Costos Totales (Pesos por Año)							
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)						Situación con Proyecto							
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	AÑO	COV	CTR	CGV
2024	0	5751	2300	748	2703	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.10	0.11	0.13	2,024	216,551,888	120,915,234	337,466,823
2025	1	5966	2386	776	2804	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.10	0.11	0.13	2,025	224,650,618	125,437,464	350,088,082
2026	2	6189	2476	805	2909	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.10	0.11	0.13	2,026	233,052,551	130,128,825	363,181,376
2027	3	6421	2568	835	3018	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.10	0.11	0.13	2,027	241,768,716	134,995,643	376,764,359
2028	4	6661	2664	866	3131	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.10	0.11	0.13	2,028	250,810,866	140,044,480	390,855,346
2029	5	6910	2764	898	3248	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.10	0.11	0.13	2,029	260,191,193	145,282,144	405,473,336
2030	6	7168	2867	932	3369	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.10	0.11	0.13	2,030	269,922,343	150,715,696	420,638,039
2031	7	7436	2975	967	3495	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.10	0.11	0.13	2,031	280,017,439	156,352,463	436,369,902
2032	8	7715	3086	1003	3626	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.10	0.11	0.13	2,032	290,490,091	162,200,045	452,690,136
2033	9	8003	3201	1040	3761	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.10	0.11	0.13	2,033	301,354,421	168,266,327	469,620,747
2034	10	8302	3321	1079	3902	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.10	0.11	0.13	2,034	312,625,076	174,559,487	487,184,563

Fuente: Elaboración propia



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 99. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “situación con proyecto” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Delicias - Presa Francisco I. Madero.

AÑO	t	Publicación 756 IMT			Con un IRI de: 2			Tiempo de Recorrido (Horas)			Costos Totales (Pesos por Año)							
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)						Situación con Proyecto							
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C	AÑO	COV	CTR	CGV			
2024	0	5430	386	2183	2862	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.10	0.11	0.13	2,024	272,943,195	244,358,089	517,301,285
2025	1	5572	396	2240	2937	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.10	0.11	0.13	2,025	280,094,307	250,760,271	530,854,578
2026	2	5718	406	2299	3014	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.10	0.11	0.13	2,026	287,432,778	257,730,190	544,762,968
2027	3	5868	417	2359	3092	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.10	0.11	0.13	2,027	294,963,517	264,072,241	559,035,758
2028	4	6022	428	2421	3173	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.10	0.11	0.13	2,028	302,691,561	270,990,934	573,682,495
2029	5	6180	439	2484	3257	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.10	0.11	0.13	2,029	310,622,080	278,090,896	588,712,976
2030	6	6341	450	2549	3342	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.10	0.11	0.13	2,030	318,760,378	285,376,878	604,137,256
2031	7	6508	462	2616	3430	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.10	0.11	0.13	2,031	327,111,900	292,853,752	619,965,652
2032	8	6678	474	2685	3519	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.10	0.11	0.13	2,032	335,682,232	300,526,520	636,208,752
2033	9	6853	487	2755	3612	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.10	0.11	0.13	2,033	344,477,106	308,400,315	652,877,422
2034	10	7033	499	2827	3706	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.10	0.11	0.13	2,034	353,502,407	316,480,403	669,982,810

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 100. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “situación con proyecto” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Meoqui - Julimes.

AÑO	t	Publicación 756 IMT			Con un IRI de: 2			Tiempo de Recorrido (Horas)			Costos Totales (Pesos por Año)							
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)						Situación con Proyecto							
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C	AÑO	COV	CTR	CGV			
2024	0	4594	3850	55	689	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.18	0.19	0.22	2,024	208,090,277	85,022,069	293,112,345
2025	1	4714	3951	57	707	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.18	0.19	0.22	2,025	213,542,242	87,249,647	300,791,889
2026	2	4838	4054	58	726	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.18	0.19	0.22	2,026	219,137,048	89,355,588	308,672,636
2027	3	4965	4160	60	745	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.18	0.19	0.22	2,027	224,878,439	91,881,420	316,759,859
2028	4	5095	4269	61	764	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.18	0.19	0.22	2,028	230,770,254	94,288,713	325,058,968
2029	5	5228	4381	63	784	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.18	0.19	0.22	2,029	236,816,435	96,759,078	333,575,513
2030	6	5365	4496	64	805	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.18	0.19	0.22	2,030	243,021,026	99,294,165	342,315,191
2031	7	5506	4614	66	826	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.18	0.19	0.22	2,031	249,388,176	101,895,673	351,283,849
2032	8	5650	4735	68	847	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.18	0.19	0.22	2,032	255,922,147	104,565,339	360,487,486
2033	9	5798	4859	70	870	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.18	0.19	0.22	2,033	262,627,307	107,304,951	369,932,256
2034	10	5950	4986	71	892	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.18	0.19	0.22	2,034	269,508,142	110,116,341	379,624,483

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 101. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “situación con proyecto” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Acceso al Cereso Chihuahua.

AÑO	t	Publicación 756 IMT			Con un IRI de: 2			Tiempo de Recorrido (Horas)			Costos Totales (Pesos por Año)							
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)						Situación con Proyecto							
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C	AÑO	COV	CTR	CGV			
2024	0	6277	5825	0	452	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.01	0.01	0.02	2,024	19,826,997	7,958,132	27,785,129
2025	1	6516	6047	0	469	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.01	0.01	0.02	2,025	20,582,406	8,261,337	28,843,743
2026	2	6764	6277	0	487	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.01	0.01	0.02	2,026	21,366,595	8,576,094	29,942,689
2027	3	7022	6517	0	506	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.01	0.01	0.02	2,027	22,180,663	8,902,843	31,083,506
2028	4	7290	6765	0	525	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.01	0.01	0.02	2,028	23,025,746	9,242,041	32,267,787
2029	5	7567	7023	0	545	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.01	0.01	0.02	2,029	23,903,027	9,594,163	33,497,190
2030	6	7856	7290	0	566	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.01	0.01	0.02	2,030	24,813,732	9,959,701	34,773,433
2031	7	8155	7568	0	587	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.01	0.01	0.02	2,031	25,759,135	10,339,165	36,098,301
2032	8	8466	7856	0	610	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.01	0.01	0.02	2,032	26,740,559	10,733,088	37,473,646
2033	9	8788	8156	0	633	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.01	0.01	0.02	2,033	27,759,374	11,142,018	38,901,392
2034	10	9123	8466	0	657	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.01	0.01	0.02	2,034	28,817,006	11,566,529	40,383,535

Fuente: Elaboración propia



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 102. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación con proyecto**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Libramiento Aldama.

AÑO	t	Publicación 756 IMT			Con un IRI de: 2			Costos Totales (Pesos por Año)			Costos Totales (Pesos por Año)							
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)													
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C	AÑO	COV	CTR	CGV			
2024	0	2496	2154	0	342	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.05	0.06	2,024	29,284,360	11,121,022	40,405,383
2025	1	2793	2410	0	383	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.05	0.06	2,025	32,763,342	12,442,200	45,205,542
2026	2	3124	2696	0	428	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.05	0.06	2,026	36,655,628	13,920,333	50,575,961
2027	3	3495	3017	0	479	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.05	0.06	2,027	41,010,316	15,574,069	56,584,385
2028	4	3911	3375	0	536	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.05	0.06	2,028	45,882,342	17,424,268	63,306,610
2029	5	4375	3776	0	599	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.05	0.06	2,029	51,333,164	19,494,271	70,827,435
2030	6	4895	4224	0	671	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.05	0.06	2,030	57,431,544	21,810,191	79,241,735
2031	7	5477	4726	0	750	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.05	0.06	2,031	64,254,411	24,401,241	88,655,653
2032	8	6127	5288	0	839	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.05	0.06	2,032	71,887,835	27,300,109	99,187,944
2033	9	6855	5916	0	939	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.05	0.06	2,033	80,428,110	30,543,362	110,971,472
2034	10	7670	6619	0	1051	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.05	0.06	2,034	89,982,969	34,171,913	124,154,883

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 103. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación con proyecto**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Paso por Santa Isabel.

AÑO	t	Publicación 756 IMT			Con un IRI de: 2			Costos Totales (Pesos por Año)			Costos Totales (Pesos por Año)							
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)													
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C	AÑO	COV	CTR	CGV			
2024	0	4228	4093	0	135	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.07	0.08	0.09	2,024	70,936,337	29,493,583	100,429,920
2025	1	4392	4252	0	141	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.07	0.08	0.09	2,025	73,688,667	30,637,934	104,326,601
2026	2	4562	4416	0	146	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.07	0.08	0.09	2,026	76,547,787	31,826,686	108,374,473
2027	3	4739	4588	0	152	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.07	0.08	0.09	2,027	79,517,841	33,061,562	112,579,403
2028	4	4923	4766	0	158	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.07	0.08	0.09	2,028	82,603,133	34,344,350	116,947,484
2029	5	5114	4951	0	164	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.07	0.08	0.09	2,029	85,808,135	35,676,911	121,485,046
2030	6	5313	5143	0	170	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.07	0.08	0.09	2,030	89,137,491	37,061,175	126,198,666
2031	7	5519	5342	0	177	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.07	0.08	0.09	2,031	92,596,025	38,499,149	131,095,174
2032	8	5733	5550	0	183	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.07	0.08	0.09	2,032	96,188,751	39,992,916	136,181,667
2033	9	5956	5765	0	191	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.07	0.08	0.09	2,033	99,920,875	41,544,641	141,465,515
2034	10	6187	5989	0	198	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.07	0.08	0.09	2,034	103,797,805	43,156,573	146,954,377

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 104. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación con proyecto**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col. Juárez.

AÑO	t	Publicación 756 IMT			Con un IRI de: 2			Costos Totales (Pesos por Año)			Costos Totales (Pesos por Año)							
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)													
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C	AÑO	COV	CTR	CGV			
2024	0	1328	1224	19	85	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.05	0.06	2,024	15,880,567	7,054,360	22,934,928
2025	1	1402	1293	20	90	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.06	0.06	2,025	16,769,879	7,449,405	24,219,284
2026	2	1481	1365	21	95	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.06	0.06	2,026	17,708,992	7,866,571	25,575,564
2027	3	1564	1442	22	100	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.06	0.06	2,027	18,700,696	8,307,099	27,007,795
2028	4	1651	1523	23	106	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.06	0.06	2,028	19,747,935	8,772,297	28,520,232
2029	5	1744	1608	24	112	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.06	0.06	2,029	20,853,819	9,263,545	30,117,365
2030	6	1842	1698	26	118	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.06	0.06	2,030	22,021,633	9,782,304	31,803,937
2031	7	1945	1793	27	124	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.06	0.06	2,031	23,254,844	10,330,113	33,584,957
2032	8	2054	1893	29	131	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.06	0.06	2,032	24,557,116	10,908,599	35,465,715
2033	9	2169	1999	30	139	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.06	0.06	2,033	25,932,314	11,519,481	37,451,795
2034	10	2290	2111	32	147	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.06	0.06	2,034	27,384,524	12,164,572	39,549,096

Fuente: Elaboración propia



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 105. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación con proyecto**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Colonia Juárez - Colonia Cuahtémoc.

AÑO	t	Publicación 756 IMT			Con un IRI de: 2			Costos Totales (Pesos por Año)			Situación con Proyecto							
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)			Costos de Operación Vehicular (\$/km)										
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C							
2024	0	280	239	3	38	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.05	0.06	2,024	3,293,196	1,351,889	4,645,086
2025	1	296	252	3	40	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.05	0.06	2,025	3,477,615	1,427,595	4,905,210
2026	2	312	266	3	42	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.05	0.06	2,026	3,672,362	1,507,541	5,179,902
2027	3	330	281	4	45	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.05	0.06	2,027	3,878,014	1,591,963	5,469,977
2028	4	348	297	4	47	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.05	0.06	2,028	4,095,183	1,681,113	5,776,295
2029	5	368	314	4	50	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.05	0.06	2,029	4,324,513	1,775,255	6,099,768
2030	6	388	331	4	53	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.05	0.06	2,030	4,566,685	1,874,669	6,441,355
2031	7	410	350	5	56	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.05	0.06	2,031	4,822,420	1,979,651	6,802,071
2032	8	433	369	5	59	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.05	0.06	2,032	5,092,475	2,090,511	7,182,987
2033	9	457	390	5	62	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.05	0.06	2,033	5,377,654	2,207,580	7,585,234
2034	10	483	412	5	66	84.33	80.14	69.24	7.24	20.72	13.05	0.05	0.05	0.06	2,034	5,678,803	2,331,204	8,010,07

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 106. Costos Generalizados de Viaje (CGV) de la “**situación con proyecto**” proyectados al horizonte de proyecto del tramo: Colonia Juárez - Colonia Cuahtémoc.

Años	t	Publicación 756 IMT			Con un IRI de: 6			Costos Totales (Pesos por Año)			Situación Sin Proyecto							
		Tránsito (Veh/Día)			Velocidad de Operación (km/hr)			Costos de Operación Vehicular (\$/km)										
		Total	A	B	C	A	B	C	A	B	C							
2024	0	158	140	1	17	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.02	0.02	0.02	2024	\$ 625,392.40	\$ 241,926.26	\$ 867,318.66
2025	1	167	148	1	18	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.02	0.02	0.02	2025	\$ 660,414.37	\$ 255,474.13	\$ 915,888.50
2026	2	176	156	1	19	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.02	0.02	0.02	2026	\$ 697,397.57	\$ 269,780.68	\$ 967,178.26
2027	3	186	165	1	20	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.02	0.02	0.02	2027	\$ 736,451.84	\$ 284,888.40	\$ 1,021,340.24
2028	4	196	174	1	21	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.02	0.02	0.02	2028	\$ 777,693.14	\$ 300,842.15	\$ 1,078,535.29
2029	5	207	184	1	22	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.02	0.02	0.02	2029	\$ 821,243.96	\$ 317,889.31	\$ 1,138,933.27
2030	6	219	194	1	24	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.02	0.02	0.02	2030	\$ 867,233.62	\$ 335,479.91	\$ 1,202,713.53
2031	7	231	205	1	25	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.02	0.02	0.02	2031	\$ 915,798.70	\$ 354,266.79	\$ 1,270,065.49
2032	8	244	216	1	26	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.02	0.02	0.02	2032	\$ 967,084.43	\$ 374,105.73	\$ 1,341,189.16
2033	9	258	229	2	28	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.02	0.02	0.02	2033	\$ 1,021,240.10	\$ 395,055.65	\$ 1,416,295.75
2034	10	272	241	2	29	78.03	74.44	62.54	8.20	22.23	15.17	0.02	0.02	0.02	2034	\$ 1,078,429.55	\$ 417,178.77	\$ 1,495,608.31

Fuente: Elaboración propia

En las tablas anteriores, se puede apreciar que, con el desarrollar el proyecto se presentará una reducción significativa en el Costo generalizado de Viaje (CGV) de cada uno de los tramos en estudio, lo cual solucionaría la problemática planteada en este estudio.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

V. Evaluación del Proyecto de Inversión

a) Identificación, cuantificación y valoración de costos del Proyecto de inversión.

Los costos que se consideraran para el Análisis Costo Beneficio Simplificado (ACBS) de este proyecto son: el monto de la inversión inicial para realizar el proyecto de inversión, consistentes en los trabajos de reconstrucción del pavimento; los costos por molestia, los costos de mantenimiento y conservación para la situación con proyecto, los cuales corresponden a lo siguiente:

- I. Costos por molestia, que son los que se originan por la construcción de los desvíos en el proceso de la ejecución del proyecto, referentes al incremento en el Costo del Tiempo de Recorrido (CTR) de los pasajeros dentro de los vehículos, ya que se reducen las velocidades.
- II. Costos de la Conservación Rutinario, que incluye básicamente la limpieza general y reparación de pequeños desperfectos de la superficie de rodamiento del tramo, como son bacheos y renivelaciones en tramos aislados, en forma anual, desde el inicio de las operaciones del proyecto hasta terminar su vida útil;
- III. Costos de conservación periódica, que incluye bacheo y renivelación general, además de la colocación de una sobre carpeta asfáltica a la mitad de su vida útil, al 5^{to} año.

Tabla No. 2. Costos de Inversión y Mantenimiento del proyecto

COSTOS DEL PROYECTO	MONTOS (\$)
Inversión inicial (2024)	\$ 266,603,251.54 (Sin IVA)
Costos por molestia (2024)	\$ 38,273,471.72 (Sin IVA)
Conservación Rutinaria (Anual)	\$ 11,642,766.73 (Sin IVA)
Riego de sello al 5to año (mitad vida útil)	\$ 50,451,989.17 (Sin IVA)

(Fuente: Elaboración propia)



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO
PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

b) Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del Proyecto de inversión.

El beneficio directo identificado, por el desarrollo de este proyecto, son los ahorros que se obtienen en la reducción del Costo Generalizado de Viaje (CGV) de los vehículos y personas que transitan por las carreteras en estudio. Para calcularlo, se realizó la diferencia entre la Situación sin Proyecto y con Proyecto del costo generalizado de viaje (CGV) de cada uno de los tramos, para cada uno de los años de la vida útil del proyecto, estos ahorros antes mencionados, se pueden apreciar en las siguientes tablas.

Tabla No. 107. Ahorros en el Costos Generalizados de Viaje (CGV) del tramo: Santa Isabel - Anáhuac.

t	AÑO	AHORROS O BENEFICIOS DIRECTOS		
		CGV SIN PROYECTO	CGV CON PROYECTO	AHORROS EN CGV
0	2024	\$ 202,142,860.99	\$ 180,243,191.84	\$ 21,899,669.14
1	2025	\$ 209,986,003.99	\$ 187,236,627.69	\$ 22,749,376.31
2	2026	\$ 218,133,460.95	\$ 194,501,408.84	\$ 23,632,052.11
3	2027	\$ 226,597,039.23	\$ 202,048,063.50	\$ 24,548,975.73
4	2028	\$ 235,389,004.35	\$ 209,887,528.37	\$ 25,501,475.99
5	2029	\$ 244,522,097.72	\$ 218,031,164.47	\$ 26,490,933.25
6	2030	\$ 254,009,555.11	\$ 226,490,773.65	\$ 27,518,781.46
7	2031	\$ 263,865,125.85	\$ 235,278,615.67	\$ 28,586,510.19
8	2032	\$ 274,103,092.74	\$ 244,407,425.96	\$ 29,695,666.78
9	2033	\$ 284,738,292.73	\$ 253,890,434.08	\$ 30,847,858.65
10	2034	\$ 295,786,138.49	\$ 263,741,382.92	\$ 32,044,755.57

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 108. Ahorros en el Costos Generalizados de Viaje (CGV) del tramo: Distribuidor Vial La Junta.

t	AÑO	AHORROS O BENEFICIOS DIRECTOS		
		CGV SIN PROYECTO	CGV CON PROYECTO	AHORROS EN CGV
0	2024	\$ 43,786,219.61	\$ 41,585,981.09	\$ 2,200,238.52
1	2025	\$ 45,594,590.48	\$ 43,303,482.11	\$ 2,291,108.37
2	2026	\$ 47,477,647.07	\$ 45,091,915.92	\$ 2,385,731.14
3	2027	\$ 49,438,473.89	\$ 46,954,212.05	\$ 2,484,261.84
4	2028	\$ 51,480,282.86	\$ 48,893,421.01	\$ 2,586,861.85
5	2029	\$ 53,606,418.54	\$ 50,912,719.30	\$ 2,693,699.25
6	2030	\$ 55,820,363.63	\$ 53,015,414.60	\$ 2,804,949.03
7	2031	\$ 58,125,744.65	\$ 55,204,951.23	\$ 2,920,793.42
8	2032	\$ 60,526,337.90	\$ 57,484,915.71	\$ 3,041,422.19
9	2033	\$ 63,026,075.66	\$ 59,859,042.73	\$ 3,167,032.93
10	2034	\$ 65,629,052.58	\$ 62,331,221.20	\$ 3,297,831.39

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 109. Ahorros en el Costos Generalizados de Viaje (CGV) del tramo: Parral – El Granillo.

t	AÑO	AHORROS O BENEFICIOS DIRECTOS		
		CGV SIN PROYECTO	CGV CON PROYECTO	AHORROS EN CGV
0	2024	\$ 440,893,884.39	\$ 419,686,589.26	\$ 21,207,295.13
1	2025	\$ 451,916,231.50	\$ 430,178,753.99	\$ 21,737,477.50
2	2026	\$ 463,214,137.29	\$ 440,933,222.84	\$ 22,280,914.44
3	2027	\$ 474,794,490.72	\$ 451,956,553.42	\$ 22,837,937.30
4	2028	\$ 486,664,352.99	\$ 463,255,467.25	\$ 23,408,885.74
5	2029	\$ 498,830,961.81	\$ 474,836,853.93	\$ 23,994,107.88
6	2030	\$ 511,301,735.86	\$ 486,707,775.28	\$ 24,593,960.58
7	2031	\$ 524,084,279.25	\$ 498,875,469.66	\$ 25,208,809.59
8	2032	\$ 537,186,386.24	\$ 511,347,356.40	\$ 25,839,029.83
9	2033	\$ 550,616,045.89	\$ 524,131,040.31	\$ 26,485,005.58
10	2034	\$ 564,381,447.04	\$ 537,234,316.32	\$ 27,147,130.72

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 110. Ahorros en el Costos Generalizados de Viaje (CGV) del tramo: I Griega - San Francisco del Oro.

t	AÑO	AHORROS O BENEFICIOS DIRECTOS		
		CGV SIN PROYECTO	CGV CON PROYECTO	AHORROS EN CGV
0	2024	\$ 37,801,415.99	\$ 33,822,979.42	\$ 3,978,436.57
1	2025	\$ 38,746,451.39	\$ 34,668,553.91	\$ 4,077,897.48
2	2026	\$ 39,715,112.68	\$ 35,535,267.76	\$ 4,179,844.92
3	2027	\$ 40,707,990.49	\$ 36,423,649.45	\$ 4,284,341.04
4	2028	\$ 41,725,690.26	\$ 37,334,240.69	\$ 4,391,449.57
5	2029	\$ 42,768,832.51	\$ 38,267,596.70	\$ 4,501,235.81
6	2030	\$ 43,838,053.33	\$ 39,224,286.62	\$ 4,613,766.70
7	2031	\$ 44,934,004.66	\$ 40,204,893.79	\$ 4,729,110.87
8	2032	\$ 46,057,354.78	\$ 41,210,016.13	\$ 4,847,338.64
9	2033	\$ 47,208,788.64	\$ 42,240,266.53	\$ 4,968,522.11
10	2034	\$ 48,389,008.36	\$ 43,296,273.20	\$ 5,092,735.16

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 111. Ahorros en el Costos Generalizados de Viaje (CGV) del tramo: Libramiento Camargo.

t	AÑO	AHORROS O BENEFICIOS DIRECTOS		
		CGV SIN PROYECTO	CGV CON PROYECTO	AHORROS EN CGV
0	2024	\$ 354,962,011.44	\$ 337,466,822.54	\$ 17,495,188.89
1	2025	\$ 368,237,590.66	\$ 350,088,081.71	\$ 18,149,508.96
2	2026	\$ 382,009,676.55	\$ 363,181,375.96	\$ 18,828,300.59
3	2027	\$ 396,296,838.46	\$ 376,764,359.42	\$ 19,532,479.03
4	2028	\$ 411,118,340.22	\$ 390,855,346.47	\$ 20,262,993.75
5	2029	\$ 426,494,166.14	\$ 405,473,336.42	\$ 21,020,829.72
6	2030	\$ 442,445,047.95	\$ 420,638,039.21	\$ 21,807,008.75
7	2031	\$ 458,992,492.75	\$ 436,369,901.87	\$ 22,622,590.88
8	2032	\$ 476,158,811.98	\$ 452,690,136.20	\$ 23,468,675.77
9	2033	\$ 493,967,151.54	\$ 469,620,747.30	\$ 24,346,404.25
10	2034	\$ 512,441,523.01	\$ 487,184,563.24	\$ 25,256,959.77

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 112. Ahorros en el Costos Generalizados de Viaje (CGV) del tramo: Delicias - Presa Francisco I. Madero.

t	AÑO	AHORROS O BENEFICIOS DIRECTOS		
		CGV SIN PROYECTO	CGV CON PROYECTO	AHORROS EN CGV
0	2024	\$ 538,661,752.24	\$ 517,301,284.59	\$ 21,360,467.65
1	2025	\$ 552,774,690.15	\$ 530,854,578.25	\$ 21,920,111.90
2	2026	\$ 567,257,387.03	\$ 544,762,968.20	\$ 22,494,418.83
3	2027	\$ 582,119,530.57	\$ 559,035,757.96	\$ 23,083,772.61
4	2028	\$ 597,371,062.27	\$ 573,682,494.82	\$ 23,688,567.45
5	2029	\$ 613,022,184.10	\$ 588,712,976.19	\$ 24,309,207.92
6	2030	\$ 629,083,365.33	\$ 604,137,256.16	\$ 24,946,109.16
7	2031	\$ 645,565,349.50	\$ 619,965,652.28	\$ 25,599,697.22
8	2032	\$ 662,479,161.66	\$ 636,208,752.36	\$ 26,270,409.29
9	2033	\$ 679,836,115.69	\$ 652,877,421.68	\$ 26,958,694.02
10	2034	\$ 697,647,821.92	\$ 669,982,810.12	\$ 27,665,011.80

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 113. Ahorros en el Costos Generalizados de Viaje (CGV) del tramo: Meoqui - Julimes.

t	AÑO	AHORROS O BENEFICIOS DIRECTOS		
		CGV SIN PROYECTO	CGV CON PROYECTO	AHORROS EN CGV
0	2024	\$ 308,464,268.59	\$ 293,112,345.31	\$ 15,351,923.28
1	2025	\$ 316,546,032.43	\$ 300,791,888.76	\$ 15,754,143.67
2	2026	\$ 324,839,538.48	\$ 308,672,636.24	\$ 16,166,902.24
3	2027	\$ 333,350,334.39	\$ 316,759,859.31	\$ 16,590,475.07
4	2028	\$ 342,084,113.15	\$ 325,058,967.63	\$ 17,025,145.52
5	2029	\$ 351,046,716.91	\$ 333,575,512.58	\$ 17,471,204.33
6	2030	\$ 360,244,140.90	\$ 342,315,191.01	\$ 17,928,949.89
7	2031	\$ 369,682,537.39	\$ 351,283,849.01	\$ 18,398,688.37
8	2032	\$ 379,368,219.87	\$ 360,487,485.86	\$ 18,880,734.01
9	2033	\$ 389,307,667.23	\$ 369,932,257.99	\$ 19,375,409.24
10	2034	\$ 399,507,528.11	\$ 379,624,483.15	\$ 19,883,044.96

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 114. Ahorros en el Costos Generalizados de Viaje (CGV) del tramo: Acceso al Cereso Chihuahua.

t	AÑO	AHORROS O BENEFICIOS DIRECTOS		
		CGV SIN PROYECTO	CGV CON PROYECTO	AHORROS EN CGV
0	2024	\$ 29,191,416.56	\$ 27,785,129.30	\$ 1,406,287.27
1	2025	\$ 30,303,609.53	\$ 28,843,742.72	\$ 1,459,866.81
2	2026	\$ 31,458,177.06	\$ 29,942,689.32	\$ 1,515,487.74
3	2027	\$ 32,656,733.60	\$ 31,083,505.78	\$ 1,573,227.82
4	2028	\$ 33,900,955.15	\$ 32,267,787.35	\$ 1,633,167.80
5	2029	\$ 35,192,581.54	\$ 33,497,190.05	\$ 1,695,391.49
6	2030	\$ 36,533,418.90	\$ 34,773,432.99	\$ 1,759,985.91
7	2031	\$ 37,925,342.16	\$ 36,098,300.79	\$ 1,827,041.37
8	2032	\$ 39,370,297.70	\$ 37,473,646.05	\$ 1,896,651.65
9	2033	\$ 40,870,306.04	\$ 38,901,391.96	\$ 1,968,914.08
10	2034	\$ 42,427,464.70	\$ 40,383,535.00	\$ 2,043,929.70

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 115. Ahorros en el Costos Generalizados de Viaje (CGV) del tramo: Libramiento Aldama.

t	AÑO	AHORROS O BENEFICIOS DIRECTOS		
		CGV SIN PROYECTO	CGV CON PROYECTO	AHORROS EN CGV
0	2024	\$ 42,556,431.74	\$ 40,405,382.92	\$ 2,151,048.82
1	2025	\$ 47,612,135.83	\$ 45,205,542.41	\$ 2,406,593.42
2	2026	\$ 53,268,457.57	\$ 50,575,960.85	\$ 2,692,496.71
3	2027	\$ 59,596,750.32	\$ 56,584,385.00	\$ 3,012,365.32
4	2028	\$ 66,676,844.26	\$ 63,306,609.94	\$ 3,370,234.33
5	2029	\$ 74,598,053.36	\$ 70,827,435.20	\$ 3,770,618.16
6	2030	\$ 83,460,302.10	\$ 79,241,734.50	\$ 4,218,567.60
7	2031	\$ 93,375,385.99	\$ 88,655,652.56	\$ 4,719,733.43
8	2032	\$ 104,468,381.85	\$ 99,187,944.08	\$ 5,280,437.76
9	2033	\$ 116,879,225.61	\$ 110,971,471.84	\$ 5,907,753.77
10	2034	\$ 130,764,477.61	\$ 124,154,882.70	\$ 6,609,594.92

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 116. Ahorros en el Costos Generalizados de Viaje (CGV) del tramo: Paso por Santa Isabel.

t	AÑO	AHORROS O BENEFICIOS DIRECTOS		
		CGV SIN PROYECTO	CGV CON PROYECTO	AHORROS EN CGV
0	2024	\$ 105,341,961.77	\$ 100,429,920.19	\$ 4,912,041.58
1	2025	\$ 109,429,229.89	\$ 104,326,601.10	\$ 5,102,628.79
2	2026	\$ 113,675,084.01	\$ 108,374,473.22	\$ 5,300,610.79
3	2027	\$ 118,085,677.27	\$ 112,579,402.78	\$ 5,506,274.49
4	2028	\$ 122,667,401.55	\$ 116,947,483.61	\$ 5,719,917.94
5	2029	\$ 127,426,896.73	\$ 121,485,045.97	\$ 5,941,850.75
6	2030	\$ 132,371,060.32	\$ 126,198,665.76	\$ 6,172,394.56
7	2031	\$ 137,507,057.46	\$ 131,095,173.99	\$ 6,411,883.47
8	2032	\$ 142,842,331.29	\$ 136,181,666.74	\$ 6,660,664.55
9	2033	\$ 148,384,613.74	\$ 141,465,515.41	\$ 6,919,098.33
10	2034	\$ 154,141,936.76	\$ 146,954,377.41	\$ 7,187,559.35

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 117. Ahorros en el Costos Generalizados de Viaje (CGV) del tramo: Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col. Juárez.

t	AÑO	AHORROS O BENEFICIOS DIRECTOS		
		CGV SIN PROYECTO	CGV CON PROYECTO	AHORROS EN CGV
0	2024	\$ 25,631,510.36	\$ 22,934,927.68	\$ 2,696,582.68
1	2025	\$ 27,066,874.94	\$ 24,219,283.63	\$ 2,847,591.31
2	2026	\$ 28,582,619.94	\$ 25,575,563.52	\$ 3,007,056.42
3	2027	\$ 30,183,246.66	\$ 27,007,795.08	\$ 3,175,451.58
4	2028	\$ 31,873,508.47	\$ 28,520,231.60	\$ 3,353,276.87
5	2029	\$ 33,658,424.94	\$ 30,117,364.57	\$ 3,541,060.38
6	2030	\$ 35,543,296.74	\$ 31,803,936.98	\$ 3,739,359.76
7	2031	\$ 37,533,721.36	\$ 33,584,957.46	\$ 3,948,763.90
8	2032	\$ 39,635,609.75	\$ 35,465,715.07	\$ 4,169,894.68
9	2033	\$ 41,855,203.90	\$ 37,451,795.12	\$ 4,403,408.78
10	2034	\$ 44,199,095.32	\$ 39,549,095.64	\$ 4,649,999.68

Fuente: Elaboración propia



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 118. Ahorros en el Costos Generalizados de Viaje (CGV) del tramo: Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc.

t	AÑO	AHORROS O BENEFICIOS DIRECTOS		
		CGV SIN PROYECTO	CGV CON PROYECTO	AHORROS EN CGV
0	2024	\$ 5,210,173.54	\$ 4,645,085.54	\$ 565,088.00
1	2025	\$ 5,501,943.26	\$ 4,905,210.33	\$ 596,732.93
2	2026	\$ 5,810,052.09	\$ 5,179,902.11	\$ 630,149.97
3	2027	\$ 6,135,415.00	\$ 5,469,976.63	\$ 665,438.37
4	2028	\$ 6,478,998.24	\$ 5,776,295.32	\$ 702,702.92
5	2029	\$ 6,841,822.14	\$ 6,099,767.86	\$ 742,054.28
6	2030	\$ 7,224,964.18	\$ 6,441,354.86	\$ 783,609.32
7	2031	\$ 7,629,562.18	\$ 6,802,070.73	\$ 827,491.44
8	2032	\$ 8,056,817.66	\$ 7,182,986.69	\$ 873,830.97
9	2033	\$ 8,507,999.45	\$ 7,585,233.95	\$ 922,765.50
10	2034	\$ 8,984,447.42	\$ 8,010,007.05	\$ 974,440.37

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 119. Ahorros en el Costos Generalizados de Viaje (CGV) del tramo: Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc.

t	AÑO	AHORROS O BENEFICIOS DIRECTOS		
		CGV SIN PROYECTO	CGV CON PROYECTO	AHORROS EN CGV
0	2024	\$ 867,318.66	\$ 773,457.13	\$ 93,861.53
1	2025	\$ 915,888.50	\$ 816,770.73	\$ 99,117.77
2	2026	\$ 967,178.26	\$ 862,509.89	\$ 104,668.37
3	2027	\$ 1,021,340.24	\$ 910,810.44	\$ 110,529.80
4	2028	\$ 1,078,535.29	\$ 961,815.83	\$ 116,719.47
5	2029	\$ 1,138,933.27	\$ 1,015,677.51	\$ 123,255.76
6	2030	\$ 1,202,713.53	\$ 1,072,555.45	\$ 130,158.08
7	2031	\$ 1,270,065.49	\$ 1,132,618.56	\$ 137,446.93
8	2032	\$ 1,341,189.16	\$ 1,196,045.20	\$ 145,143.96
9	2033	\$ 1,416,295.75	\$ 1,263,023.73	\$ 153,272.02
10	2034	\$ 1,495,608.31	\$ 1,333,753.06	\$ 161,855.26

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 3. Resumen de los Beneficios Anuales generados por el proyecto

Años	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
	Santa Isabel - Anahuac	Distribuidor Vial La Junta	Parral - El Granillo	I Griegia - San Francisco del Oro	Libramiento Camargo	Delicias - Presa Francisco I. Madero	Meoqui - Julimes	Acceso al Cereso Chihuahua	Libramiento Cd. Aldama	Santa Isabel - Anáhuac Tramo: Paso por Santa	Km. 10.0 (Casas Grandes - Juan Mata Ortiz) - Col.	Colonia Juárez - Colonia Cuauhtémoc	Ramal a Ex Hacienda de San Diego
	BENEFICIOS	BENEFICIOS	BENEFICIOS	BENEFICIOS	BENEFICIOS	BENEFICIOS	BENEFICIOS	BENEFICIOS	BENEFICIOS	BENEFICIOS	BENEFICIOS	BENEFICIOS	BENEFICIOS
2024	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2025	\$ 22,749,376.31	\$ 2,291,108.37	\$ 21,737,477.50	\$ 4,077,897.48	\$ 18,149,508.96	\$ 21,920,111.90	\$ 15,754,143.67	\$ 1,459,866.81	\$ 2,406,593.42	\$ 5,102,628.79	\$ 2,847,591.31	\$ 596,732.93	\$ 99,117.77
2026	\$ 23,632,052.11	\$ 2,385,731.14	\$ 22,280,914.44	\$ 4,179,844.92	\$ 18,828,300.59	\$ 22,494,418.83	\$ 16,166,902.24	\$ 1,515,487.74	\$ 2,692,496.71	\$ 5,300,610.79	\$ 3,007,056.42	\$ 630,149.97	\$ 104,668.37
2027	\$ 24,548,975.73	\$ 2,484,261.84	\$ 22,837,937.30	\$ 4,284,341.04	\$ 19,532,479.03	\$ 23,083,772.61	\$ 16,590,475.07	\$ 1,573,227.82	\$ 3,012,365.32	\$ 5,506,274.49	\$ 3,175,451.58	\$ 665,438.37	\$ 110,529.80
2028	\$ 25,503,475.99	\$ 2,586,861.85	\$ 23,408,885.74	\$ 4,391,449.57	\$ 20,262,993.75	\$ 23,688,567.45	\$ 17,025,145.52	\$ 1,633,167.80	\$ 3,370,234.33	\$ 5,719,171.94	\$ 3,353,276.87	\$ 702,702.92	\$ 116,719.47
2029	\$ 26,490,933.25	\$ 2,693,699.25	\$ 23,994,107.88	\$ 4,501,235.81	\$ 21,020,829.72	\$ 24,309,207.92	\$ 17,471,204.33	\$ 1,695,391.49	\$ 3,770,618.16	\$ 5,941,850.75	\$ 3,541,060.38	\$ 742,054.28	\$ 123,255.76
2030	\$ 27,518,781.46	\$ 2,804,949.03	\$ 24,593,960.58	\$ 4,613,766.70	\$ 21,807,008.75	\$ 24,946,109.16	\$ 17,928,949.89	\$ 1,759,985.91	\$ 4,218,567.60	\$ 6,172,394.56	\$ 3,739,359.76	\$ 783,609.32	\$ 130,158.08
2031	\$ 28,586,510.19	\$ 2,920,793.42	\$ 25,208,809.59	\$ 4,729,110.87	\$ 22,622,590.88	\$ 25,599,697.22	\$ 18,398,688.37	\$ 1,827,041.37	\$ 4,719,733.43	\$ 6,411,883.47	\$ 3,948,763.90	\$ 827,491.44	\$ 137,446.93
2032	\$ 29,695,666.78	\$ 3,041,422.19	\$ 25,839,029.83	\$ 4,847,338.64	\$ 23,468,675.77	\$ 26,270,409.29	\$ 18,880,734.01	\$ 1,896,651.65	\$ 5,280,437.76	\$ 6,660,664.55	\$ 4,169,894.68	\$ 873,830.97	\$ 145,143.96
2033	\$ 30,847,858.65	\$ 3,167,032.93	\$ 26,485,005.58	\$ 4,968,522.11	\$ 24,346,404.25	\$ 26,958,694.02	\$ 19,375,409.24	\$ 1,968,914.08	\$ 5,907,753.77	\$ 6,919,098.33	\$ 4,403,408.78	\$ 922,765.50	\$ 153,272.02
2034	\$ 32,044,755.57	\$ 3,297,831.39	\$ 27,147,130.72	\$ 5,092,735.16	\$ 25,256,959.77	\$ 27,665,011.80	\$ 19,883,044.96	\$ 2,043,929.70	\$ 6,609,594.92	\$ 7,187,559.35	\$ 4,649,999.68	\$ 974,440.37	\$ 161,855.26

(Fuente: Elaboración propia)



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

c) Cálculo de los Indicadores de Rentabilidad

Para evaluar la factibilidad económica de este proyecto se utilizaron los indicadores de rentabilidad recomendados por los LINEAMIENTOS para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, publicados en el Diario Oficial de la Federación, el lunes 30 de diciembre de 2013, los cuales fueron:

- V. Valor Presente Neto (VPN),
- VI. Relación Beneficio - Costo (B/C),
- VII. Tasa Interna de Retorno (TIR) y
- VIII. Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)

Para realizar los cálculos de los indicadores de rentabilidad, se realizó el flujo de capital del proyecto a lo largo del horizonte de evaluación, es decir, los costos del proyecto, como son, el Costo de la Inversión Inicial, el costo por molestia, los Costos de mantenimiento y los Beneficios generados por el desarrollo del proyecto, que fueron determinados como los ahorros en el Costo Generalizado de Viaje (CGV) de cada uno de los tramos, cuyos montos se obtuvieron en las tablas respectivas y se concentraron en la Tabla No. 120.

Tabla No. 120. Flujos de capital generados por el proyecto de inversión

EVALUACION ECONÓMICA DEL PROYECTO DE INVERSIÓN												
AÑO	t	TASA SOCIAL DE DESCUENTO i (%)	TASA DE INCREMENTO ANUAL DE TRÁFICO VEHICULAR (%)	AHORRO EN COSTO GENERALIZADO DE VIAJE (\$/año)	COSTOS DE CONSTRUCCIÓN, MOLESTIA Y MANTENIMIENTO	FACTOR DE ACTUALIZACIÓN (1+r) ^t	BENEFICIOS A VALOR PRESENTE	COSTOS A VALOR PRESENTE	BENEF - COSTOS A VALOR PRESENTE	COSTO DE INVERSIÓN POR AMORTIZAR (\$)	TRI	BENEF - COSTOS
2024	0				\$ 304,876,723.37	1.000			\$ 304,876,723.37	-\$ 304,876,723	-304,876,723	\$ (304,876,723.37)
2025	1	10.00%	3.91%	\$ 119,192,155.22	\$ 11,642,766.73	1.100	\$ 108,356,504.75	\$ 10,584,333.39	\$ 97,772,171	-\$ 207,104,552	35.28%	\$ 107,549,388.49
2026	2	10.00%	3.91%	\$ 123,218,634.28	\$ 11,642,766.73	1.210	\$ 101,833,582.05	\$ 9,622,121.27	\$ 92,211,461	-\$ 114,893,091	36.60%	\$ 111,575,867.55
2027	3	10.00%	3.91%	\$ 127,405,530.01	\$ 11,642,766.73	1.331	\$ 95,721,660.42	\$ 8,747,382.97	\$ 86,974,277	-\$ 27,918,814	37.97%	\$ 115,762,763.28
2028	4	10.00%	3.91%	\$ 131,761,399.19	\$ 11,642,766.73	1.464	\$ 89,994,808.54	\$ 7,952,166.34	\$ 82,042,642	\$ 54,123,828	39.40%	\$ 120,118,632.45
2029	5	10.00%	3.91%	\$ 136,295,448.98	\$ 50,451,989.17	1.611	\$ 84,628,750.51	\$ 31,326,715.87	\$ 53,302,035	\$ 107,425,863	28.16%	\$ 85,843,459.81
2030	6	10.00%	3.91%	\$ 141,017,600.80	\$ 11,642,766.73	1.772	\$ 79,600,759.33	\$ 6,572,038.29	\$ 73,028,721	\$ 180,454,584	42.44%	\$ 129,374,834.07
2031	7	10.00%	3.91%	\$ 145,938,561.10	\$ 11,642,766.73	1.949	\$ 74,889,557.39	\$ 5,974,580.27	\$ 68,914,977	\$ 249,369,561	44.05%	\$ 134,295,794.37
2032	8	10.00%	3.91%	\$ 151,069,900.09	\$ 11,642,766.73	2.144	\$ 70,475,223.32	\$ 5,431,436.61	\$ 65,043,787	\$ 314,413,348	45.73%	\$ 139,427,133.36
2033	9	10.00%	3.91%	\$ 156,424,139.25	\$ 11,642,766.73	2.358	\$ 66,339,104.91	\$ 4,937,669.64	\$ 61,401,435	\$ 375,814,783	47.49%	\$ 144,781,372.52
2034	10	10.00%	3.91%	\$ 162,014,848.63	\$ 11,642,766.73	2.594	\$ 62,463,737.68	\$ 4,488,790.58	\$ 57,974,947	\$ 433,789,730	49.32%	\$ 150,372,081.90
											TIR =	35.76%
				BENEFICIOS A VALOR PRESENTE \$	834,303,688.90	VPN =	\$ 433,789,730	COSTOS A VALOR PRESENTE \$	400,513,958.59			
INDICADORES DE RENTABILIDAD												
				B/C =	2.08	> 1 POR LO TANTO EL PROYECTO ES FACTIBLE O RENTABLE						
				VPN =	\$ 433,789,730.3	> 0 EL PROYECTO ES RENTABLE						
				TIR =	35.76%	> A LA TSD = 10 % EL PROYECTO ES RENTABLE						
				TRI =	35.28%	> A LA TSD = 10 % ES EL MOMENTO OPTIMO DE PONER EN OPERACIÓN EL PROYECTO						

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Para evaluar los indicadores de rentabilidad se utilizó una Tasa Social de descuento (TSD) del 10 % anual, fijada en el artículo Tercero Transitorio de los INEAMIENTOS para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión; y de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), publicado en el oficio Circular No. 400.1.410.14.099 del 13 de enero del 2014.

I. Valor Presente Neto (VPN)

El Valor Presente Neto (VPN) es la suma de los flujos netos anuales, descontados por la Tasa Social de Descuento (TSD). Para el cálculo del Valor Presente Neto (VPN), tanto los costos como los beneficios futuros del programa o proyecto de inversión son descontados, utilizando la Tasa Social de Descuento (TSD) para su comparación en un punto en el tiempo o en el "presente". Si el resultado del Valor Presente Neto (VPN) es positivo, significa que los beneficios derivados del programa o proyecto de inversión son mayores a sus costos, el proyecto es rentable. Alternativamente, si el resultado del Valor Presente Neto (VPN) es negativo, significa que los costos del programa o proyecto de inversión son mayores a sus beneficios, lo que indicará que el proyecto no es rentable.

La fórmula del Valor Presente Neto (VPN) es:

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

Dónde:

B_t Son los Beneficios totales en el año t

C_t Son los Costos totales en el año t

n Número de años en el horizonte de evaluación

r Es la Tasa Social de Descuento (TSD)

t Año calendario en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

De la Tabla No. 120, se puede apreciar que se llevó a Valor Presente los Beneficios y los Costos, por lo que para calcular el Valor Presente Neto (VPN) sería:

$$VPN = \text{Valor Presente de Beneficios (VPB)} - \text{Valor Presente de los Costos (VPC)}$$

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

$$VPN = \$ 834,303,688.9 - \$ 400,513,958.59 = \$ 433,789,730.3$$

VPN = \\$ 433,789,730.3 > 0 por lo que el proyecto es rentable

II. Relación Beneficio - Costo (B/C)

El método consiste en obtener la relación del valor actualizado de los beneficios que genera el proyecto entre el valor actualizado de los erogaciones (costos) hechas por el proyecto. Si la relación **B/C > 1**, el proyecto es rentable (Si es Factible), pero si la relación **B/C < 1**, el proyecto no es rentable (NO es factible económicamente).

La fórmula de la relación Beneficio – Costo (B/C) es:

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^n B_t (1+r)^{-t}}{\sum_{t=0}^n C_t (1+r)^{-t}}$$

Dónde:

B_t Son los Beneficios totales en el año t

C_t Son los Costos totales en el año t

n Número de años en el horizonte de evaluación

r Es la Tasa Social de Descuento (TSD)

t Año calendario en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

De la Tabla No. 120, se puede apreciar que se llevó a Valor Presente los Beneficios y los Costos, por lo que para calcular la relación B/C sería:

$$B/C = \frac{\$ 834,303,688.9}{\$ 400,513,958.59} = 2.08 > 1 \text{ el Proyecto es rentable}$$

III. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) se define como la tasa de descuento que hace que el Valor Presente Neto (VNP) de un programa o proyecto de inversión sea igual a cero. Esto es económicamente equivalente a encontrar el punto de equilibrio de un programa o proyecto de inversión, es decir, el valor presente de los beneficios netos del programa o proyecto de inversión es igual a cero y se debe comparar contra una tasa de retorno deseada.

La TIR se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Dónde:

B_t Son los Beneficios totales en el año t

C_t Son los Costos totales en el año t

n Número de años en el horizonte de evaluación

TIR Tasa interna de Retorno, para $VPN = 0$

t Año calendario en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

Para encontrar la Tasa Interna de Retorno (TIR) se calculó el valor del Valor Presente Neto (VPN) para diferentes tasa de descuento, cuyos valores se graficaron en la Figura No. 11, en la cual se puede apreciar como el Valor Presente Neto (VPN) se va reduciendo, hasta hacerse un valor negativo, de ahí se puede inferir que para una tasa del 35.76 %, el Valor Presente Neto (VPN) se hace cero, por lo éste valor corresponde a la Tasa Interna de Retorno (TIR).

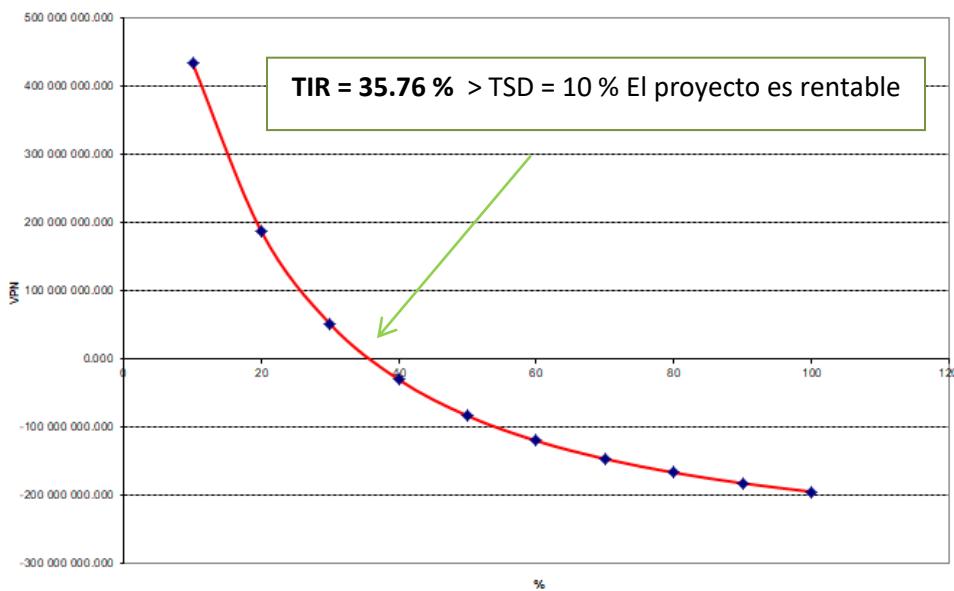


Figura No. 11. Variación del Valor Presente Neto (VPN) del proyecto de Inversión
(Fuente: Elaboración propia)

De la gráfica anterior se puede concluir que:

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

La Tasa Interna de Retorno (TIR) = 35.76 % > 10 % (TSD) el proyecto es rentable o factible.

IV. Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)

La Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) es un indicador de rentabilidad que permite determinar el momento óptimo para la entrada en operación de un programa o proyecto de inversión con beneficios crecientes en el tiempo. A pesar de que el Valor Presente Neto (VPN) sea positivo para el programa o proyecto de inversión, en algunos casos puede ser preferible postergar su ejecución.

La TRI se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$TRI = \frac{B_{t+1} - C_{t+1}}{I_t}$$

Dónde:

B_{t+1} Es el beneficio total en el año $t+1$

C_{t+1} Es el costo total en el año $t+1$

I_t Monto total de inversión valuado al año t (inversión acumulada hasta el periodo t)

t Año anterior al primer año de operación

$t+1$ Primer año de operación

De la Tabla 120, Aplicando la ecuación anterior se tiene:

$$TRI = \frac{\$ 119,192,155.22 - \$ 11,642,766.73}{\$ 304,876,723.37} = 35.28 \% > 10 \% (TSD)$$

por lo que es el momento óptimo de poner en operación el proyecto

En la Siguiente tabla se resumen los indicadores analizados en este apartado del estudio, resultando de la evaluación Económica del Proyecto de Inversión, por lo que se puede concluir que, el desarrollo del proyecto planteado **es rentable desde el punto de vista Económico y Social**.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 4. Indicadores de rentabilidad generados por el proyecto de inversión

INDICADORES DE RENTABILIDAD	
INDICADOR	VALOR
Valor Presente Neto (VPN)	\$ 433,789,730.30
Relación Beneficio – Costo (B/C)	2.08
Tasa interna de retorno (TIR)	35.76 %
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	35.28 %

(Fuente: Elaboración propia)

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

d) Análisis de sensibilidad

Para realizar el análisis de Sensibilidad, se seleccionaron los indicadores de rentabilidad, con el objetivo de evaluar la rentabilidad del proyecto con diferentes escenarios, para mostrar el **impacto** de las variables relevantes en la evaluación del proyecto de inversión, su valor en el cual el Valor Presente Neto (VPN) es igual a cero y finalmente, resumir de forma concreta las principales conclusiones del análisis de sensibilidad. Para este análisis se consideraron como variables más relevantes al monto de la inversión, los costos mantenimiento y los beneficios del proyecto.

Se analizaron diferentes “**escenarios desfavorables al proyecto**”, incrementando el costo de inversión y mantenimiento de un 10 % a un 40% y reduciendo los beneficios de 10 a 40 %, con el fin de evaluar el efecto que se tendría en la rentabilidad del proyecto. Los resultados obtenidos sobre el análisis de Sensibilidad de los indicadores de rentabilidad se muestran las tablas siguientes.

Tabla No. 121. Análisis de Sensibilidad del Monto de Inversión inicial (Fuente: Elaboración propia)

VARIABLE	VARIACIÓN RESPECTO A SU VALOR ORIGINAL	IMPACTO SOBRE EL INDICADOR DE RENTABILIDAD	
INVERSIÓN INICIAL	+ 10 %	VPN =	\$ 403,302,057.97
		B/C =	1.94
		TIR =	32.17 %
		TRI =	32.07 %
	+ 20 %	VPN =	\$ 372,814,385.63
		B/C =	1.81
		TIR =	29.11 %
		TRI =	29.40 %
	+ 30%	VPN =	\$ 342,326,713.29
		B/C =	1.70
		TIR =	26.46 %
		TRI =	27.14 %
	+ 40 %	VPN =	\$ 311,839,040.96
		B/C =	1.60
		TIR =	24.14 %
		TRI =	25.20 %



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

En el análisis de Sensibilidad de la Tabla No. 121, en donde se ha aumentado de un 10 % hasta un 40% el costo de la inversión inicial, el proyecto continuará siendo rentable económicamente. Asimismo, con una variación porcentual positiva del 242 % del monto de inversión inicial, el Valor Presente Neto (VPN) sería igual a cero, una Tasa Interna de Retorno de (TIR) de 10.0 % y una Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) del 14.56 %.

Para el análisis de Sensibilidad de la Tabla No. 122, en donde se ha aumentado de un 10 % hasta un 40% el costo de Mantenimiento, el proyecto continuará siendo rentable económicamente. Asimismo, con una variación porcentual positiva del 553 % del monto de Mantenimiento, el Valor Presente Neto (VPN) sería igual a cero, una Tasa Interna de Retorno de (TIR) de 10.0 % y una Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) del 17.95 %.

Tabla No. 122. Análisis de Sensibilidad del Monto de Mantenimiento
(Fuente: Elaboración propia)

VARIABLE	VARIACIÓN RESPECTO A SU VALOR ORIGINAL	IMPACTO SOBRE EL INDICADOR DE RENTABILIDAD	
		VPN =	\$ 424,226,006.78
COSTOS DE MANTENIMIENTO	+ 10 %	B/C =	2.03
		TIR =	35.25 %
		TRI =	34.89 %
		VPN =	\$ 414,662,283.26
	+ 20 %	B/C =	1.99
		TIR =	34.74 %
		TRI =	34.51 %
		VPN =	\$ 405,098,559.74
	+ 30%	B/C =	1.94
		TIR =	34.23 %
		TRI =	34.13 %
		VPN =	\$ 395,534,836.22
	+ 40 %	B/C =	1.90
		TIR =	33.73 %
		TRI =	33.75 %

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. 123. Análisis de Sensibilidad de los Beneficios del Proyecto
(Fuente: Elaboración propia)

VARIABLE	VARIACIÓN RESPECTO A SU VALOR ORIGINAL	IMPACTO SOBRE EL INDICADOR DE RENTABILIDAD	
BENEFICIOS	- 10 %	VPN =	\$ 350,359,361.42
		B/C =	1.87
		TIR =	31.28 %
		TRI =	31.37 %
	- 20 %	VPN =	\$ 266,928,992.53
		B/C =	1.67
		TIR =	26.66 %
		TRI =	27.46 %
	- 30%	VPN =	\$ 183,498,623.64
		B/C =	1.46
		TIR =	21.83 %
		TRI =	23.55 %
	- 40 %	VPN =	\$ 100,068,254.75
		B/C =	1.25
		TIR =	16.71 %
		TRI =	19.64 %

En el análisis de Sensibilidad de la Tabla No. 123, en donde se reducen de un 10 % hasta un 40 % los beneficios generados por el proyecto, el proyecto continuará siendo rentable económicamente. Asimismo, con una reducción porcentual del 48 % de los beneficios, el Valor Presente Neto (VPN) sería igual a cero, una Tasa Interna de Retorno de (TIR) de 10.0 % y una Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) del 14.95 %.

Del análisis de Sensibilidad podemos concluir que el proyecto tiene **un alto grado de rentabilidad**, por más que las condiciones de inversión del proyecto sean adversas o cambien desfavorablemente, el proyecto sigue siendo rentable económicamente ablando.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

e) Análisis de riesgos

En este apartado se identificaron los principales riesgos asociados al Proyecto de Inversión, en sus etapas de ejecución y operación, dichos riesgos, se calificaron con base en la factibilidad de su ocurrencia y analizando sus impactos, en un escenario Optimista, medio y pesimista, así como la emisión de acciones necesarias para su mitigación, con el fin de reducir el impacto al mínimo en el desarrollo y operación del proyecto de inversión.

Tabla No. 124. Análisis de Riesgo del Proyecto (Fuente: Elaboración propia)

RIESGOS	IMPACTO EN EL PROYECTO			PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (%)		
	Optimista	Medio	Pesimista	Optimista	Medio	Pesimista
Retraso en el proceso de licitación.	10%	25%	35%	10%	40%	45%
Retraso en los trabajos de Rehabilitación de la carretera.	10%	30%	40%	10%	30%	40%
Retraso en la obtención de permisos	10%	25%	45%	5%	25%	35%
Fallas relacionadas con la calidad del servicio.	20%	25%	60%	15%	20%	40%

Analizando los posibles riesgos del proyecto de la Tabla No.124, en la siguiente tabla se presentan las medidas de mitigación que se proponen con el fin de minimizar el impacto de los riesgos identificados en el desarrollo del proyecto de inversión.

Tabla No. 125. Medidas de mitigación de los riesgos (Fuente: Elaboración propia)

RIESGOS	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Retraso en el proceso de licitación.	Revisar con tiempo los trámites administrativos correspondientes.
Retraso en los trabajos de Rehabilitación de la carretera.	Elegir a un proveedor del servicio que demuestre capacidad de respuesta.
Retraso en la obtención de permisos.	Realizar con tiempo los trámites administrativos correspondientes.
Fallas relacionadas con la calidad del servicio.	Revisar que los trabajos se realicen de acuerdo a la normativa vigente.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

VI. Conclusiones y Recomendaciones

De acuerdo con la evolución desarrollada en el presente documento, sobre el proyecto “TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN LA RED DE CARRETERAS ALIMENTADORAS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA”, el desarrollarlo, **soluciona completamente la problemática presentada**. Con la ejecución del proyecto de inversión, **se reduce considerablemente el Costo Generalizado de Viaje (CGV)**, beneficiando directamente a los usuarios de esta vía, incrementando la velocidad promedio de operación de los vehículos y por consiguiente la reducción del Costo de Tiempo de Recorrido (CTR) anual de los pasajeros que viajan en los vehículos, además de reducir el Costo de Operación Vehicular (COV) anual.

Con los “TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN LA RED DE CARRETERAS ALIMENTADORAS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA”, se verán beneficiados los habitantes de esta región del este de Chihuahua, mejorando sustancialmente las condiciones de operación de esta vía de comunicación.

Los principales beneficios que se tendrán con la Rehabilitación de esta obra son:

- Aumento en las velocidades de operación de los diferentes tipos de usuarios.
- Reducción en los tiempos de recorrido.
- Reducción en los costos de operación de los diferentes tipos de vehículos.
- Reducción en el Costo Generalizado de Viaje (CGV).
- Disminución en los niveles de contaminación auditiva y del aire.
- Operación más segura para los usuarios, al reducirse significativamente la posibilidad de accidentes.
- Mejora del nivel de servicio.

Además de considerar, que el proyecto de reconstrucción carretera, es económicamente rentable, ya que el monto del **Valor Presente Neto (VPN)** tiene un monto de **\$ 433,789,730.3** el cual es mayor a cero, lo que indica que **el proyecto es rentable o factible**.

La relación **Beneficio – Costo (B/C)** es de **2.08**, mayor a uno, lo que indica que el proyecto es rentable. La **Tasa Interna de Retorno (TIR)** es de **35.76 %**, mayor a la Tasa Social de Descuento (TSD) que es del 10 %, **el proyecto es rentable** y por

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

último la **Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)** es de **35.28 %**, mayor a la Tasa Social de Descuento (TSD) que es del 10 %, lo que indica que **es el momento óptimo de realizar la inversión del proyecto**. Por lo expuesto anteriormente **se puede concluir que el Proyecto de Inversión es factible** desde el punto de vista económico y social.

De acuerdo con los Indicadores de Rentabilidad obtenidos en el presente estudio, **se recomienda la realización del Proyecto de Inversión**, ya que este genera excelentes beneficios para la población del estado de Chihuahua.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

VII. Anexos

NÚMERO DEL ANEXO	CONCEPTO DEL ANEXO	DESCRIPCIÓN
Anexo A	Costos de Operación Base de Vehículos 2023	Tablas de Costos de Operación Vehicular y Velocidades de vehículos (Publicación Técnica No. 756 IMT), anexo a este documento.
Anexo B	Estudio de Tránsito del tramo carretero	Contiene el Estudio de Ingeniería de tránsito, Archivo Digital.
Anexo C	Costo Generalizado de Viaje (CGV) Situación Actual	Memoria de Cálculo CGV Situación Actual, Archivo Digital.
Anexo D	Cotos Por Molestia	Memoria de Cálculo Costos por Molestia, Archivo Digital.
Anexo E	Estudio ACBS	Memoria de Cálculo con los Costos, Beneficios e Indicadores de Rentabilidad del Proyecto, Archivo Digital.
Anexo F	Análisis del Costo Anual Equivalente (CAE)	Memoria Análisis del Costo Anual Equivalente (CAE), Archivo Digital.
Anexo G	Análisis de Sensibilidad	Memoria de Cálculo del Análisis de Sensibilidad, Archivo Digital.
Anexo H	Nivel de Servicio de la Vía y su Proyección	Memoria de Cálculo del Nivel de Servicio de la Vía y su Proyección, Archivo Digital.

Anexo A

Costos de Operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano 2023



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. A1. Costo de Operación Base de Vehículo Ligero (Vehículo tipo A 2023)
(Fuente: Publicación Técnica No. 756 IMT)

URVAN Nissan, con motor de 139 HP
Llantas Firestone convencionales

Consumos, por cada 1,000 veh-km

Consumo de combustible	litros	172.08
Uso de lubricantes	litros	1.85
Consumo de llantas	Núm. llantas nuevas equivalentes	0.06
Tiempo de operador	horas	10.68
Mano de obra de mantenimiento	horas	2.18
Refacciones	% precio vehículo nuevo	0.15
Depreciación	% precio vehículo nuevo	0.30
Intereses (tasa 4.75%)	% precio vehículo nuevo	0.05

Costos unitarios en pesos, precios 2023

Precio de vehículo nuevo	\$	424 941.19
Costo de combustible	\$/litro	18.79
Costo de lubricantes	\$/litro	44.83
Costo de llanta nueva	\$/llanta	1120.69
Tiempo de operador	\$/hora	36.64
Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	33.63
Tasa de interés anual	%	5.29
Costos indirectos por veh-km	\$	0.60

Costo de operación base (pesos, por veh-km) \$ 6.57

Consumo de combustible	\$	3 233.33
Uso de lubricantes	\$	83.01
Consumo de llantas	\$	67.07
Tiempo de operador	\$	391.43
Mano de obra de mantenimiento	\$	73.26
Refacciones	\$	625.59
Depreciación	\$	1294.84
Interés	\$	205.49
Costos indirectos	\$	600.00

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos, así como, del software VOC (versión 4.0), para el Vehículo Ligero.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. A2. Costo de Operación Base de Autobús (Vehículo tipo B 2023)
(Fuente: Publicación Técnica No. 756 IMT)

Autobús integral foráneo, con motor SCANIA DC12 02 EPA de 380 HP

Sin aire acondicionado

Llantas 1100-22.00 normal

Consumos, por cada 1,000 veh-km

Consumo de combustible	litros	398.63
Uso de lubricantes	litros	3.37
Consumo de llantas	Núm. llantas nuevas equivalentes	0.26
Tiempo de operador	horas	11.47
Mano de obra de mantenimiento	horas	11.06
Refacciones	% precio vehículo nuevo	0.13
Depreciación	% precio vehículo nuevo	0.05
Intereses (tasa 4.75%)	% precio vehículo nuevo	0.01

Costos unitarios en pesos, precios 2023

Precio de vehículo nuevo	\$	2 394 428.00
Costo de combustible	\$/litro	20.33
Costo de lubricantes	\$/litro	45.69
Costo de llanta nueva	\$/llanta	3 043.11
Tiempo de operador	\$/hora	97.42
Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	87.94
Tasa de interés anual	%	5.29
Costos indirectos por veh-km	\$	1.58

Costo de operación base (pesos, por veh-km) \$ 17.39

Consumo de combustible	\$	8 104.10
Uso de lubricantes	\$	154.05
Consumo de llantas	\$	793.74
Tiempo de operador	\$	1 117.13
Mano de obra de mantenimiento	\$	972.44
Refacciones	\$	3 199.10
Depreciación	\$	1 209.46
Interés	\$	255.92
Costos indirectos	\$	1 580.00

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos, así como, del software VOC (versión 4.0), para el Autobus.



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. A3. Costo de Operación Base de Camión de Carga T3-S2 (Vehículo tipo C 2023)
(Fuente: Publicación Técnica No. 756 IMT)

Tractocamión de tres ejes INTERNATIONAL 9200i con MOTOR CUMMINS ISX de 450 HP

Semirremolque de dos ejes, tipo caja de aluminio de 40 pies

Llantas 1100-20.00 normal

Consumos, por cada 1,000 veh-km

Consumo de combustible	litros	483.92
Uso de lubricantes	litros	5.45
Consumo de llantas	Núm. llantas nuevas equivalentes	0.33
Tiempo de operador	horas	11.48
Mano de obra de mantenimiento	horas	30.48
Refacciones	% precio vehículo nuevo	0.27
Depreciación	% precio vehículo nuevo	0.05
Intereses (tasa 4.75%)	% precio vehículo nuevo	0.01

Costos unitarios en pesos, precios 2023

Precio de vehículo nuevo	\$	1280 074.00
Costo de combustible	\$/litro	20.33
Costo de lubricantes	\$/litro	45.69
Costo de llanta nueva	\$/llanta	2 844.83
Tiempo de operador	\$/hora	77.59
Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	62.07
Tasa de interés anual	%	5.29
Costos indirectos por veh-km	\$	1.81

Costo de operación base (pesos, por veh-km) \$ 19.94

Consumo de combustible	\$	9 838.00
Uso de lubricantes	\$	249.09
Consumo de llantas	\$	942.82
Tiempo de operador	\$	890.49
Mano de obra de mantenimiento	\$	1 891.76
Refacciones	\$	3 495.06
Depreciación	\$	679.13
Interés	\$	143.70
Costos indirectos	\$	1810.00

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos, así como, del software VOC (versión 4.0), para el T3-S2.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. A4. Velocidades y Costos de Operación de Vehículo Ligero (Vehículo tipo A)
(Fuente: Publicación Técnica No. 756 IMT)

Tabla 3.19 Velocidad de Operación-Vehículo Ligero
Valores calculados en km/h (2023)

IIR	Plano	Lomerío	Montañoso
2	84.33	66.71	51.76
4	82.44	65.94	51.46
6	78.03	64.08	50.75
8	71.39	60.90	49.48
10	63.87	56.69	47.58
12	56.69	52.01	45.17

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el Vehículo Ligero.

Tabla 3.20 Costos de Operación-Vehículo Ligero
Valores calculados en pesos por veh-km (2023)

IIR	Caso base	Plano	Lomerío	Montañoso
2	6.57	6.85	7.58	8.59
4	6.95	7.24	7.98	8.98
6	7.45	7.76	8.52	9.51
8	8.16	8.49	9.26	10.24
10	9.17	9.50	10.27	11.22
12	10.30	10.63	11.37	12.29

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el Vehículo Ligero.

Tabla 3.21 Factores del Costo Base-Vehículo Ligero
(adimensional)

IIR	Caso base	Plano	Lomerío	Montañoso
2	1.00	1.04	1.15	1.31
4	1.06	1.10	1.21	1.37
6	1.13	1.18	1.30	1.45
8	1.24	1.29	1.41	1.56
10	1.40	1.45	1.56	1.71
12	1.57	1.62	1.73	1.87

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el Vehículo Ligero.



ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. A5. Velocidades y Costos de Operación de Autobús (Vehículo tipo B)
(Fuente: Publicación Técnica No. 756 IMT)

Tabla 3.16 Velocidad de Operación-Autobús Foráneo
Valores calculados en km/h (2023)

IIR	Plano	Lomerío	Montañoso
2	80.14	62.78	47.79
4	78.61	62.12	47.52
6	74.44	60.45	46.94
8	67.63	57.38	45.82
10	59.82	53.14	44.07
12	52.50	48.40	41.77

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el Autobús.

Tabla 3.17 Costos de Operación-Autobús Foráneo
Valores calculados en pesos por veh-km (2023)

IIR	Caso base	Plano	Lomerío	Montañoso
2	17.39	19.60	24.63	30.45
4	18.07	20.33	25.45	31.32
6	18.69	21.02	26.32	32.27
8	19.40	21.77	27.26	33.33
10	20.40	22.74	28.32	34.50
12	21.73	24.01	29.58	35.84

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el Autobús.

Tabla 3.18 Factores del Costo Base-Autobús Foráneo
(adimensional)

IIR	Caso base	Plano	Lomerío	Montañoso
2	1.00	1.13	1.42	1.75
4	1.04	1.17	1.46	1.80
6	1.07	1.21	1.51	1.86
8	1.12	1.25	1.57	1.92
10	1.17	1.31	1.63	1.98
12	1.25	1.38	1.70	2.06

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el Autobús.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARRTEREROS

Tabla No. A6. Velocidades y Costos de Operación de Camión de Carga T3-S2 (Vehículo tipo C)
(Fuente: Publicación Técnica No. 756 IMT)

Tabla 3.4 Velocidad de Operación-Camión Articulado (T3-S2)
Valores calculados en km/h (2023)

IIR	Plano	Lomerío	Montañoso
2	73.33	51.04	37.88
4	69.42	50.12	37.57
6	59.93	47.45	36.76
8	49.29	42.90	35.12
10	40.75	37.72	32.70
12	34.41	32.94	29.91

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el T3-S2.

Tabla 3.5 Costos de Operación-Camión Articulado (T3-S2)
Valores calculados en pesos por veh-km (2023)

IIR	Caso base	Plano	Lomerío	Montañoso
2	19.94	22.41	28.58	35.76
4	21.24	23.91	30.23	37.45
6	22.59	25.39	31.90	39.16
8	24.49	27.20	33.70	40.96
10	26.75	29.34	35.67	42.88
12	29.19	31.69	37.82	44.92

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el T3-S2.

Tabla 3.6 Factores del Costo Base-Camión Articulado (T3-S2)
(adimensional)

IIR	Caso base	Plano	Lomerío	Montañoso
2	1.00	1.12	1.43	1.79
4	1.07	1.20	1.52	1.88
6	1.13	1.27	1.60	1.96
8	1.23	1.36	1.69	2.05
10	1.34	1.47	1.79	2.15
12	1.46	1.59	1.90	2.25

Nota 1: Columnas: diferentes tipos de terreno.

Nota 2: Renglones: Índice de Regularidad Internacional en m/km.

Fuente: Elaboración propia, derivada de la información de precios e insumos para el T3-S2.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

PARA LOS TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN DE TRAMOS CARREREROS

VIII. Bibliografía

- I. Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2023. Publicación Técnica No. 756. Instituto Mexicano del Transporte.
- II. Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2024. Nota Técnica No. 207. Instituto Mexicano del Transporte.
- III. Guía para la obtención de los insumos necesarios para la evaluación económica de proyectos de infraestructura carretera, 2016. Publicación Técnica No. 485. Instituto Mexicano del Transporte.
- IV. Guía general para la presentación de estudios de evaluación socioeconómica de programas y proyectos de inversión: análisis costo–beneficio, actualización 2015. Centro de estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP).
- V. Guía general para la presentación de estudios de evaluación socioeconómica de programas y proyectos de inversión Actualización. Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos. Centro de estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP), 2013.
- VI. Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2013.
- VII. Metodología general para la evaluación de proyectos. Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos. Centro de estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP), 2008.
- VIII. Metodología global de las etapas que componen el ciclo de inversiones. Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), 2012.