



OFICIO No. DPYP-050/2021

Monterrey, Nuevo León, a 30 de marzo de 2021

Dr. David Camacho Alcocer

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

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

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

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

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



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

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

Atentamente


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

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

Análisis Costo-Beneficio

“Corredor Ferroviario García – Aeropuerto Internacional de Monterrey Nuevo León”

Factibilidad Económica

30 de abril de 2021

1. EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN

La evaluación del proyecto de inversión determinará si este es rentable con base en los lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión. Estos establecen los requerimientos de información en cuanto a la presentación de la evaluación socio económica. Como se explica en secciones anteriores, un análisis costo beneficio permite cuantificar el beneficio social, y no únicamente monetario, del desarrollo de un Proyecto de Inversión. En este caso, el principal beneficio social experimentado es la reducción en el tiempo de traslado de los habitantes del AMM, tanto los que se desplazan en transporte público (al utilizar un medio de transporte más rápido al transporte público actual), así como a los conductores de vehículos privados, al poder experimentar una mayor velocidad de viaje al disminuir la congestión vehicular de las principales vialidades del AMM.

Entre los beneficios directos e indirectos generados por el Proyecto se encuentran:

- a. Disminución de tiempo de transporte: Al disminuir la congestión vial en las principales avenidas del AMM, los vehículos tienen la posibilidad de desplazarse con mayor velocidad. Esta reducción en el tiempo de traslado representa un beneficio económico para la población debido a que el valor del tiempo puede ser cuantificado mediante el Valor Social del Tiempo (VST). El Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP) recomienda utilizar para Nuevo León un VST de 124.96 pesos por hora para viajes de trabajo, y de 74.97 pesos por hora para viajes de placer.¹
- b. Disminución del Costo de Operación Vehicular: Para poder realizar sus labores en forma adecuada, el vehículo requiere el consumo de combustibles, lubricantes, otros insumos, así como de mantenimiento. Con la reestructura de las rutas de transporte público y la liberación de las principales vialidades, debido a la disminución del uso de vehículos privados y de unidades de transporte público, se pretende optimizar el uso de los vehículos al

¹ <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=498&IdBoletin=182>

ofrecer un buen servicio al mismo tiempo que se minimicen los costos operacionales.

- c. Disminución de Accidentes: La interacción entre los distintos tipos de vehículos no sincronizados propicia las condiciones para que se produzca un accidente vial. Estos afectan principalmente en pérdida de vidas humanas y en costos monetarios debido a daño en activos. Por lo tanto, es de interés de los planificadores urbanos de reducir el riesgo de accidentes viales con el fin de maximizar el beneficio social.
- d. Mejora en la configuración y nivel de servicio del transporte público: El transporte público del AMM es insuficiente e ineficiente para atender las necesidades de la población. Una de las principales ineficiencias es la mala organización en el uso de suelo. La organización territorial actual de la zona de influencia se modificaría, ya que al desarrollar el proyecto se requiere la organización de los predios en los cuales se establecerá. Con esto, se generaría una mayor certidumbre jurídica en cuanto al uso de suelo.

1.1 Identificación, cuantificación y valoración de los costos del proyecto

1.1.1 Inversión

El proceso de identificación de alternativas se ha abordado desde una perspectiva sistemática, es decir, teniendo en cuenta la versatilidad del proyecto en un total de 16 alternativas articuladas de la siguiente manera:

- Servicio prestado: Operaciones, Oferta y Potenciales tipos de demanda. Identificando 2 conceptos: “Concepto A” y “Concepto B”.
- Activos: Infraestructura, Material rodante, Señalización, Energía y Mantenimiento. Identificando 4 enfoques distintos con un creciente nivel de inversión.
- Evolución temporal: Corto Plazo y Largo Plazo. Identificando 2 horizontes: “Corto Plazo u horizonte de Implementación del servicio” y “Largo Plazo”.

Como resultado, se ha identificado que la alternativa más eficiente para la realización del Proyecto es la inversión en un tren DMU de segunda mano

renovado. A continuación, se presentan los dos conceptos de operación analizados.

Desde el punto de vista del transporte de pasajeros, la presente propuesta contempla una futura explotación de la línea férrea entre García y el Aeropuerto de Monterrey con tres líneas comerciales:

- Línea suburbana entre García y la estación E20 de Monterrey, con una política de servicio que efectúe todas las paradas. El objetivo de esta línea es ofrecer una solución de movilidad con capilaridad, tanto para los viajes con O/D García y Monterrey, como para los potenciales usuarios internos a la zona suburbana, como para los usuarios internos a la zona urbana.
- Línea suburbana tipo InterCity (IC) entre García y la estación E20 de Monterrey, con una política de servicio que no efectúe todas las paradas existentes entre García y la estación E8, pero sí efectúe todas las paradas en la zona urbana de la aglomeración de Monterrey (de la estación E8 hasta la estación E20). Estos servicios comerciales únicamente circularían en las horas pico Su objetivo principal sería ofrecer relaciones rápidas y puntuales entre el núcleo urbano de García y la zona urbana más densa de la Aglomeración de Monterrey. El tipo de clientela que se esperaría para dicha línea son usuarios de movilidad obligada, con un carácter típicamente pendular (viajes de ida y vuelta a lo largo de la jornada, coincidiendo con el inicio de la actividad laboral, comercial y docente).
- Línea suburbana entre el Aeropuerto de Monterrey y la estación E8 situada en el Término municipal de Santa Catarina. Dicha línea efectuaría todas las paradas a lo largo de su recorrido.

Las frecuencias de paso para convoyes de pasajeros propuestas para cada línea a lo largo de las diferentes franjas horarias que componen la oferta diaria y la oferta semanal sería la siguiente:

Cuadro 1. Frecuencias de paso de trenes de pasajeros para la Propuesta a Corto Plazo

Líneas	Día Laborable HPM (Hora Pico Mañana)	Día Laborable HV (Hora Valle)	Fin de semana
García – Estación E20	1 tren cada 30 min por sentido	1 tren cada 30 min por sentido	1 tren cada 30 min por sentido

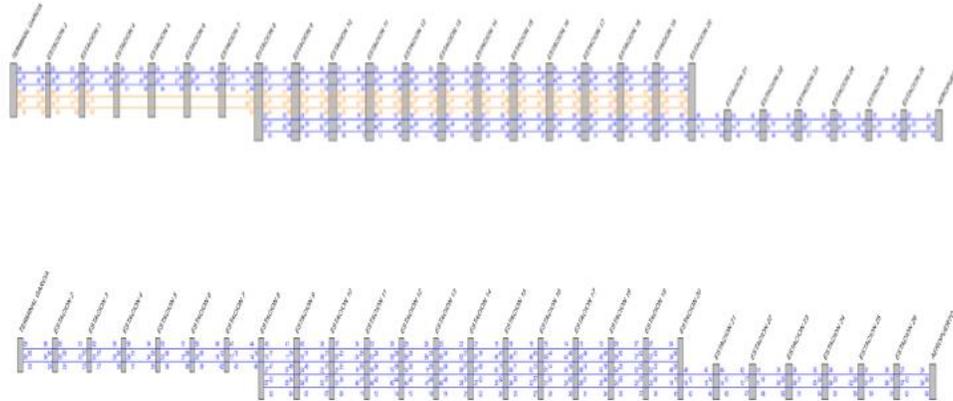
IC García – Estación E20 (refuerzo de HP)	1 tren cada 30 min por sentido	No circularía	No circularía
Monterrey E8 – Monterrey E20	1 tren cada 30 min por sentido	1 tren cada 30 min por sentido	1 tren cada 30 min por sentido

Fuente: Project Manual (DB)

Gracias a la combinación de los servicios de todas las líneas se dispondría de un intervalo de paso de trenes enlazando García con Monterrey cada 15min en HP y cada 30min en HV. Por otro lado, en la zona urbana de Monterrey, entre las estaciones E8 y E20, la frecuencia de paso en HPM sería de 6 trenes por hora en el Corto Plazo. En lo que a las HV y al fin de semana se refiere, la frecuencia combinada de paso para la zona densa sería de un tren cada 15min. Los servicios tipos lanzadera para conectar el Aeropuerto con Monterrey circularían cada 30min a lo largo de todo el día.

Los servicios lanzadera al y desde el Aeropuerto propuestos tienen una mayor robustez y por consecuente, una mayor probabilidad de puntualidad que los propuestos en el Escenario 1. Este hecho es posible gracias a la creación de una línea exclusiva al aeropuerto. A continuación, se presentan los horarios reticulares del servicio previsto para el tráfico de pasajeros de la línea a Corto Plazo, para HPM (imagen de la izquierda) y para HV (imagen de la derecha).

Figura 1. Horario reticulares para HP (arriba) y HV (abajo) de la Propuesta



Fuente: Project manual (DB)

Así como los horarios comerciales propuestos en HP y en HV, respectivamente. Tal y como se aprecia en los horarios comerciales, los servicios tipo IC no efectuarían las paradas E4, E5, E6 y E7, lo que les permitiría obtener una reducción de 9min en el tiempo de viaje entre García y la zona urbana de Monterrey.

Figura 2. Horarios comerciales para HP de la Propuesta a Corto Plazo

TERMINAL GARCIA	6:50	7:06		7:20	7:36		7:50	8:06		8:20	8:36		8:50	9:06		
ESTACION 2	6:55	7:10		7:25	7:40		7:55	8:10		8:25	8:40		8:55	9:10		
ESTACION 3	6:57	7:13		7:27	7:43		7:57	8:13		8:27	8:43		8:57	9:13		
ESTACION 4	7:01			7:31			8:01			8:31			9:01			
ESTACION 5	7:06			7:36			8:06			8:36			9:06			
ESTACION 6	7:09			7:39			8:09			8:39			9:09			
ESTACION 7	7:13			7:43			8:13			8:43			9:13			
ESTACION 8	7:02	7:17	7:24	7:32	7:47	7:54	8:02	8:17	8:24	8:32	8:47	8:54	9:02	9:17	9:24	
ESTACION 9	7:05	7:19	7:27	7:35	7:49	7:57	8:05	8:19	8:27	8:35	8:49	8:57	9:05	9:19	9:27	
ESTACION 10	7:08	7:22	7:30	7:38	7:52	8:00	8:08	8:22	8:30	8:38	8:52	9:00	9:08	9:22	9:30	
ESTACION 11	7:12	7:26	7:34	7:42	7:56	8:04	8:12	8:26	8:34	8:42	8:56	9:04	9:12	9:26	9:34	
ESTACION 12	7:15	7:30	7:37	7:45	8:00	8:07	8:15	8:30	8:37	8:45	9:00	9:07	9:15	9:30	9:37	
ESTACION 13	7:19	7:34	7:41	7:49	8:04	8:11	8:19	8:34	8:41	8:49	9:04	9:11	9:19	9:34	9:41	
ESTACION 14	7:22	7:38	7:45	7:52	8:08	8:15	8:22	8:38	8:45	8:52	9:08	9:15	9:22	9:38	9:45	
ESTACION 15	7:25	7:41	7:49	7:55	8:11	8:19	8:25	8:41	8:49	8:55	9:11	9:19	9:25	9:41	9:49	
ESTACION 16	7:28	7:44	7:52	7:58	8:14	8:22	8:28	8:44	8:52	8:58	9:14	9:22	9:28	9:44	9:52	
ESTACION 17	7:31	7:46	7:54	8:01	8:16	8:24	8:31	8:46	8:54	9:01	9:16	9:24	9:31	9:46	9:54	
ESTACION 18	7:35	7:50	7:57	8:05	8:20	8:27	8:35	8:50	8:57	9:05	9:20	9:27	9:35	9:50	9:57	
ESTACION 19	7:38	7:52	8:00	8:08	8:22	8:30	8:38	8:52	9:00	9:08	9:22	9:30	9:38	9:52	10:00	
ESTACION 20	7:42	o 7:56	o 8:03	8:12	o 8:26	o 8:33	8:42	o 8:56	o 9:03	9:12	o 9:26	o 9:33	9:42	o 9:56	o 10:03	
ESTACION 21	7:45			8:15			8:45			9:15			9:45			
ESTACION 22	7:48			8:18			8:48			9:18			9:48			
ESTACION 23	7:51			8:21			8:51			9:21			9:51			
ESTACION 24	7:55			8:25			8:55			9:25			9:55			
ESTACION 25	7:59			8:29			8:59			9:29			9:59			
ESTACION 26	8:02			8:32			9:02			9:32			10:02			
AEROPUERTO	o 8:06			8:36			9:06			9:36			10:06			
AEROPUERTO	6:34			6:54			7:24			7:54			8:24			
ESTACION 26	6:38			6:58			7:28			7:58			8:28			
ESTACION 25	6:32			7:02			7:32			8:02			8:32			
ESTACION 24	6:36			7:05			7:35			8:05			8:35			
ESTACION 23	6:39			7:09			7:39			8:09			8:39			
ESTACION 22	6:42			7:12			7:42			8:12			8:42			
ESTACION 21	6:45			7:15			7:45			8:15			8:45			
ESTACION 20	6:34	6:49	6:56	7:04	7:19	7:26	7:34	7:49	7:56	8:04	8:19	8:26	8:34	8:49	8:56	9:04
ESTACION 19	6:37	6:52	7:00	7:07	7:22	7:30	7:37	7:52	8:00	8:07	8:22	8:30	8:37	8:52	9:00	9:07
ESTACION 18	6:40	6:55	7:03	7:10	7:25	7:33	7:40	7:55	8:03	8:10	8:25	8:33	8:40	8:55	9:03	9:10
ESTACION 17	6:44	6:59	7:06	7:14	7:29	7:36	7:44	7:59	8:06	8:14	8:29	8:36	8:44	8:59	9:06	9:14
ESTACION 16	6:46	7:02	7:08	7:16	7:32	7:38	7:46	8:02	8:08	8:16	8:32	8:38	8:46	9:02	9:08	9:16
ESTACION 15	6:49	7:05	7:11	7:19	7:35	7:41	7:49	8:05	8:11	8:19	8:35	8:41	8:49	9:05	9:11	9:19
ESTACION 14	6:52	7:08	7:15	7:22	7:38	7:45	7:52	8:08	8:15	8:22	8:38	8:45	8:52	9:08	9:15	9:22
ESTACION 13	6:56	7:11	7:19	7:26	7:41	7:49	7:56	8:11	8:19	8:26	8:41	8:49	8:56	9:11	9:19	9:26
ESTACION 12	7:00	7:15	7:23	7:30	7:45	7:53	8:00	8:15	8:23	8:30	8:45	8:53	9:00	9:15	9:23	9:30
ESTACION 11	7:04	7:19	7:27	7:34	7:49	7:57	8:04	8:19	8:27	8:34	8:49	8:57	9:04	9:19	9:27	9:34
ESTACION 10	7:08	7:22	7:30	7:38	7:52	8:00	8:08	8:22	8:30	8:38	8:52	9:00	9:08	9:22	9:30	9:38
ESTACION 9	7:11	7:25	7:33	7:41	7:55	8:03	8:11	8:25	8:33	8:41	8:55	9:03	9:11	9:25	9:33	9:41
ESTACION 8	7:14	o 7:27	7:36	7:44	o 7:57	8:06	8:14	o 8:27	8:36	8:44	o 8:57	9:06	9:14	o 9:27	9:36	9:44
ESTACION 7	7:18			7:48			8:18			8:48			9:18			9:48
ESTACION 6	7:21			7:51			8:21			8:51			9:21			9:51
ESTACION 5	7:24			7:54			8:24			8:54			9:24			9:54
ESTACION 4	7:29			7:59			8:29			8:59			9:29			9:59
ESTACION 3	7:33			8:03			8:33			9:03			9:33			10:03
ESTACION 2	7:36			8:06			8:36			9:06			9:36			10:06
TERMINAL GARCIA	o 7:39			8:09			8:39			9:09			9:39			10:09

Fuente: Project manual (DB)

Figura 3. Horarios comerciales para HV de la Propuesta a Corto Plazo

TERMINAL GARCIA	10:05		10:35		11:05		11:35		12:05		12:35	
ESTACION 2	10:09		10:39		11:09		11:39		12:09		12:39	
ESTACION 3	10:12		10:42		11:12		11:42		12:12		12:42	
ESTACION 4	10:16		10:46		11:16		11:46		12:16		12:46	
ESTACION 5	10:21		10:51		11:21		11:51		12:21		12:51	
ESTACION 6	10:24		10:54		11:24		11:54		12:24		12:54	
ESTACION 7	10:28		10:58		11:28		11:58		12:28		12:58	
ESTACION 8	10:17	10:32	10:47	11:02	11:17	11:32	11:47	12:02	12:17	12:32	12:47	13:02
ESTACION 9	10:19	10:35	10:49	11:05	11:19	11:35	11:49	12:05	12:19	12:35	12:49	13:05
ESTACION 10	10:22	10:38	10:52	11:08	11:22	11:38	11:52	12:08	12:22	12:38	12:52	13:08
ESTACION 11	10:26	10:42	10:56	11:12	11:26	11:42	11:56	12:12	12:26	12:42	12:56	13:12
ESTACION 12	10:30	10:45	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	13:15
ESTACION 13	10:34	10:49	11:04	11:19	11:34	11:49	12:04	12:19	12:34	12:49	13:04	13:19
ESTACION 14	10:38	10:52	11:08	11:22	11:38	11:52	12:08	12:22	12:38	12:52	13:08	13:22
ESTACION 15	10:41	10:55	11:11	11:25	11:41	11:55	12:11	12:25	12:41	12:55	13:11	13:25
ESTACION 16	10:44	10:58	11:14	11:28	11:44	11:58	12:14	12:28	12:44	12:58	13:14	13:28
ESTACION 17	10:46	11:01	11:16	11:31	11:46	12:01	12:16	12:31	12:46	13:01	13:16	13:31
ESTACION 18	10:50	11:05	11:20	11:35	11:50	12:05	12:20	12:35	12:50	13:05	13:20	13:35
ESTACION 19	10:52	11:08	11:22	11:38	11:52	12:08	12:22	12:38	12:52	13:08	13:22	13:38
ESTACION 20	o 10:56	11:12	o 11:26	11:42	o 11:56	12:12	o 12:26	12:42	o 12:56	13:12	o 13:26	13:42
ESTACION 21		11:15		11:45		12:15		12:45		13:15		13:45
ESTACION 22		11:18		11:48		12:18		12:48		13:18		13:48
ESTACION 23		11:21		11:51		12:21		12:51		13:21		13:51
ESTACION 24		11:25		11:55		12:25		12:55		13:25		13:55
ESTACION 25		11:29		11:59		12:29		12:59		13:29		13:59
ESTACION 26		11:32		12:02		12:32		13:02		13:32		14:02
AEROPUERTO		11:36		12:06		12:36		13:06		13:36		14:06

AEROPUERTO		9:54		10:24		10:54		11:24		11:54		
ESTACION 26		9:58		10:28		10:58		11:28		11:58		
ESTACION 25		10:02		10:32		11:02		11:32		12:02		
ESTACION 24		10:05		10:35		11:05		11:35		12:05		
ESTACION 23		10:09		10:39		11:09		11:39		12:09		
ESTACION 22		10:12		10:42		11:12		11:42		12:12		
ESTACION 21		10:15		10:45		11:15		11:45		12:15		
ESTACION 20	10:04	10:19	10:34	10:49	11:04	11:19	11:34	11:49	12:04	12:19	12:34	
ESTACION 19	10:07	10:22	10:37	10:52	11:07	11:22	11:37	11:52	12:07	12:22	12:37	
ESTACION 18	10:10	10:25	10:40	10:55	11:10	11:25	11:40	11:55	12:10	12:25	12:40	
ESTACION 17	10:14	10:29	10:44	10:59	11:14	11:29	11:44	11:59	12:14	12:29	12:44	
ESTACION 16	10:16	10:32	10:46	11:02	11:16	11:32	11:46	12:02	12:16	12:32	12:46	
ESTACION 15	10:19	10:35	10:49	11:05	11:19	11:35	11:49	12:05	12:19	12:35	12:49	
ESTACION 14	10:22	10:38	10:52	11:08	11:22	11:38	11:52	12:08	12:22	12:38	12:52	
ESTACION 13	10:26	10:41	10:56	11:11	11:26	11:41	11:56	12:11	12:26	12:41	12:56	
ESTACION 12	10:30	10:45	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	
ESTACION 11	10:34	10:49	11:04	11:19	11:34	11:49	12:04	12:19	12:34	12:49	13:04	
ESTACION 10	10:38	10:52	11:08	11:22	11:38	11:52	12:08	12:22	12:38	12:52	13:08	
ESTACION 9	10:41	10:55	11:11	11:25	11:41	11:55	12:11	12:25	12:41	12:55	13:11	
ESTACION 8	10:44	o 10:57	11:14	o 11:27	11:44	o 11:57	12:14	o 12:27	12:44	o 12:57	13:14	
ESTACION 7	10:46		11:16		11:46		12:16		12:46		13:16	
ESTACION 6	10:51		11:21		11:51		12:21		12:51		13:21	
ESTACION 5	10:54		11:24		11:54		12:24		12:54		13:24	
ESTACION 4	10:59		11:29		11:59		12:29		12:59		13:29	
ESTACION 3	11:03		11:33		12:03		12:33		13:03		13:33	
ESTACION 2	11:06		11:36		12:06		12:36		13:06		13:36	
TERMINAL GARCIA	o 11:09		11:39		12:09		12:39		13:09		13:39	

Fuente: Project Manual (DB)

En los siguientes cuadros se muestra el desglose por conceptos de inversión:

Cuadro 2. Estudios de Preinversión y Proyecto Ejecutivo.

No.	Concepto	Importe sin IVA	Importe con IVA
1	Estudios de Preinversión y proyecto ejecutivo	\$405,782,047.85	\$470,707,175.50
1.1	Estudios de Preinversión	\$54,919,978.88	\$63,707,175.50
1.2	Proyecto Ejecutivo	\$ 350,862,068.97	\$407,000,000.00

*Nota: Los conceptos de estudios de preinversión y el proyecto ejecutivo, no forman parte de los componentes del proyecto, sin embargo se consideran para la evaluación.

Cuadro 3. Inversión en Infraestructura, Señalización, Drenaje y Material Rodante.

No.	Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe sin IVA	Importe Con IVA
1	Obras provisionales				\$127,650,000.00	148,074,000.00
1.1	Obras de desvíos vehiculares y peatonales.	km	55.5	\$2,300,000.00	\$127,650,000.00	\$148,074,000.00
2	Vías				\$3,590,638,860.25	\$4,165,141,077.89
2.1	DESMTAJE DE VÍA ÚNICA EXISTENTE.	km	101.18	\$1,012,800.00	\$102,475,104.00	\$118,871,120.64
2.2	VÍA ÚNICA COMPLETA EN VÍAS PRINCIPALES. Incluye todos los elementos de plataforma (capa de forma, subbalasto y balasto) y superestructura (durmientes de concreto y rieles 115RE) nuevos además del montaje.	km	94.81	\$23,737,500.00	\$2,250,552,375.00	\$2,610,640,755.00
2.3	VÍA ÚNICA COMPLETA EN VÍAS PRINCIPALES MONTADA EN HORARIO NOCTURNO. Incluye todos los elementos de plataforma (capa de forma, subbalasto y balasto) y superestructura (durmiente de concreto y riel 115RE) nuevos además del montaje.	km	11.27	\$29,671,875.00	\$334,402,031.25	\$387,906,356.25
2.4	VÍA ÚNICA COMPLETA EN ESTACIÓN. Incluye todos los elementos de plataforma (capa de forma, subbalasto y balasto) y superestructura (durmiente de concreto y riel 115RE) nuevos además del montaje.	km	14.9	\$23,737,500.00	\$353,688,750.00	\$410,278,950.00
2.5	REUTILIZACIÓN Y MONTAJE DE VÍA SIMPLE	km	4.55	\$2,532,000.00	\$11,520,600.00	\$13,363,896.00

2.6	DESVIOS Incluye replanteo y marcaje de vía, rieles, durmientes, sujeciones, nivelación, y todas las operaciones hasta su recibido en segunda nivelación.	pza	160	\$3,000,000.00	\$480,000,000.00	\$556,800,000.00
2.7	Vehículo de mantenimiento + Reguladora de Balasto.	pza	1	\$58,000,000.00	\$58,000,000.00	\$67,280,000.00
3	Obras en cruceros				\$2,747,409,764.00	\$3,186,995,326.24
3.1	Consolidación de cruceros.	pza	47	\$106,383.00	\$5,000,001.00	\$5,800,001.16
3.2	Señalización de cruceros.	pza	8	\$10,125,000.00	\$81,000,000.00	\$93,960,000.00
3.3	PASOS VEHICULARES DEPRIMIDOS.					
3.3.1	C57 Crecimiento Paso vehicular deprimido Demolición ancho=15.60 m. cajón=25.00m.	pza	1	\$11,657,068.00	\$11,657,068.00	\$13,522,198.88
3.3.2	C20 Paso vehicular deprimido 1c=1c ancho=6.50 m. D1= 60.00m. Cajón=230.00m. D2=250.00m.	pza	1	\$142,007,876.00	\$142,007,876.00	\$164,729,136.16
3.3.3	C56 Paso vehicular deprimido 2c=2c ancho=8.00 m. D1= 157.00m. Cajón=126.00m. D2=200.00m.	pza	1	\$129,421,269.00	\$129,421,269.00	\$150,128,672.04
3.3.4	C18 Paso vehicular deprimido 2c+2c=4c ancho=15.60 m. D1= 128.00m. Cajón=38.00m. D2=99.00m.	pza	1	\$67,988,915.00	\$67,988,915.00	\$78,867,141.40
3.3.5	C39 Paso vehicular deprimido 2c+2c=4c ancho=15.60 m. D1= 45.00m. Cajón=98.00m. D2=110.00m.	pza	1	\$77,082,659.00	\$77,082,659.00	\$89,415,884.44
3.3.6	C61 Paso vehicular deprimido 2c+2c=4c ancho=15.60 m. D1= 102.00m. Cajón=75.00m. D2=150.00m.	pza	1	\$92,233,678.00	\$92,233,678.00	\$106,991,066.48
3.3.7	C61 Paso vehicular deprimido 2c+2c=4c 1c=1c ancho=15.60 m. D1= 86.00m. Cajón=100.00m. D2=102.00m. Ancho=6.50 m. Cajón=86.00m. D2=185.00m. Ancho=6.50 m. Cajón=86.00m. D2=185.00m.	pza	1	\$205,868,698.00	\$205,868,698.00	\$238,807,689.68
3.4	PUNTES VEHICULARES					
3.4.1	C32 Puente vehicular 2c=2c ancho= 8.40m. R1=104.00m. Claro=145.00m. R2=108.00m.	pza	1	\$55,477,800.00	\$55,477,800.00	\$64,354,248.00
3.4.2	C58A Puente vehicular 2c=2c ancho= 8.40m. R1=104.00m. Claro=162.00m. R2=177.00m.	pza	1	\$68,842,200.00	\$68,842,200.00	\$79,856,952.00

3.4.3	C8 Puente vehicular 2c+2c=4c ancho= 18.40m. R1=183.00m. Claro=60.00m. R2=220.00m.	pza	1	\$157,605,200.00	\$157,605,200.00	\$182,822,032.00
3.4.4	C31 Puente vehicular 2c+2c=4c ancho= 18.40m. R1=214.00m. Claro=67.00m. R2=93.00m.	pza	1	\$127,309,600.00	\$127,309,600.00	\$147,679,136.00
3.4.5	C40 Puente vehicular 2c+2c=4c ancho= 18.40m. R1=127.00m. Claro=60.00m. R2=156.00m.	pza	1	\$116,757,200.00	\$116,757,200.00	\$135,438,352.00
3.4.6	C43 y C44 Puente vehicular 2c+2c=4c ancho= 18.40m. R1=270.00m. Claro=215.00m. R2=209.00m.	pza	1	\$236,237,600.00	\$236,237,600.00	\$274,035,616.00
3.4.7	C48 Puente vehicular 2c+2c=4c ancho= 18.40m. R1=350.00m. Claro=118.00m. R2=87.00m.	pza	1	\$188,922,000.00	\$188,922,000.00	\$219,149,520.00
3.4.8	C50 Puente vehicular 2c+2c=4c ancho= 18.40m. R1=211.00m. Claro=63.00m. R2=228.00m.	pza	1	\$170,880,800.00	\$170,880,800.00	\$198,221,728.00
3.4.9	C60 Puente vehicular 2c+2c=4c ancho= 18.40m. R1=287.00m. Claro=115.00m. R2=287.00m.	pza	1	\$234,535,600.00	\$234,535,600.00	\$272,061,296.00
3.4.10	C67 Puente vehicular 2c+2c=4c ancho= 18.40m. R1=258.00m. Claro=82.00m. R2=214.00m.	pza	1	\$188,581,600.00	\$188,581,600.00	\$218,754,656.00
3.4.11	C56 Reestructuración de Puente vehicular F y F antigua.	pza	1	\$130,000,000.00	\$130,000,000.00	\$150,800,000.00
3.6	PUENTES PEATONALES	pza	40	\$6,500,000.00	\$260,000,000.00	\$301,600,000.00
4	Estaciones				\$1,141,800,000.00	\$1,324,488,000.00
4.1	ESTACIÓN TIPO (DEMANDA BAJA) (2,055.00 m2) Área de: Acceso, circulaciones, andenes, servicios, operativa y locales técnicos. Cimentación, estructura metálica, techumbre, albañilerías, acabados, señalización, instalaciones hidráulicas, sanitarias, pluviales, detección y extinción de incendios, eléctricas de baja tensión para alumbrado, contactos y fuerza.	pza	6	\$33,525,000.00	\$201,150,000.00	\$233,334,000.00

4.2	ESTACIÓN TERMINAL (DEMANDA INTERMEDIA) (2,670.00 m ²) Área de: Acceso, circulaciones, andenes, servicios, operativa y locales técnicos. Cimentación, estructura metálica, techumbre, albañilerías, acabados, señalización, instalaciones hidráulicas, sanitarias, pluviales, detección y extinción de incendios, eléctricas de baja tensión para alumbrado, contactos y fuerza.	pza	11	\$43,100,000.00	\$474,100,000.00	\$549,956,000.00
4.3	ESTACIÓN DE CONEXIÓN (DEMANDA ALTA) (3,955.00 m ²) Área de: Acceso, circulaciones, andenes, servicios, operativa y locales técnicos. Cimentación, estructura metálica, techumbre, albañilerías, acabados, señalización, instalaciones hidráulicas, sanitarias, pluviales, detección y extinción de incendios, eléctricas de baja tensión para alumbrado, contactos y fuerza.	pza	3	\$68,850,000.00	\$206,550,000.00	\$239,598,000.00
4.4	ESTRUCTURA CUBO + ELEVADORES	pza	40	\$1,750,000.00	\$70,000,000.00	\$81,200,000.00
4.5	PASARELAS	pza	20	\$7,000,000.00	\$140,000,000.00	\$162,400,000.00
4.6	ESTACIONAMIENTOS	lote	1	\$50,000,000.00	\$50,000,000.00	\$58,000,000.00
5	Talleres y cocheras				\$1,233,260,375.00	\$1,430,582,035.00
5.1	TALLER DE MANTENIMIENTO INFRAESTRUCTURA (4,500.00 m ²) Cimentación, estructura metálica, techumbre, albañilerías, acabados, señalización, instalaciones hidráulicas, sanitarias, pluviales, detección y extinción de incendios, eléctricas de baja tensión para alumbrado, contactos y fuerza.	pza	1	\$123,750,000.00	\$123,750,000.00	\$143,550,000.00
5.2	TALLER DE MANTENIMIENTO MATERIAL RODANTE (6,500.00 m ²) Cimentación, estructura metálica, techumbre, albañilerías, acabados, señalización, instalaciones hidráulicas, sanitarias, pluviales, detección y extinción de incendios, eléctricas de baja tensión para alumbrado, contactos y fuerza.	pza	1	\$178,750,000.00	\$178,750,000.00	\$207,350,000.00
5.3	COCHERA (6,500.00 m ²) Cimentación, estructura metálica, techumbre, albañilerías, acabados, señalización, instalaciones hidráulicas, sanitarias, pluviales, detección y extinción de incendios, eléctricas de baja tensión para alumbrado, contactos y fuerza.	pza	2	\$178,750,000.00	\$357,500,000.00	\$414,700,000.00

5.4	ALMACEN (2,500.00 m2) Cimentación, estructura metálica, techumbre, albañilerías, acabados, señalización, instalaciones hidráulicas, sanitarias, pluviales, detección y extinción de incendios, eléctricas de baja tensión para alumbrado, contactos y fuerza.	pza	1	\$68,750,000.00	\$68,750,000.00	\$79,750,000.00
5.5	PLANTA DE LAVADO (800.00 m2)	pza	1	\$16,000,000.00	\$16,000,000.00	\$18,560,000.00
5.6	AREA DE PERSONAL Y SOPORTE TÉCNICO (4,500.00 m2) Cimentación, estructura metálica, techumbre, albañilerías, acabados, señalización, instalaciones hidráulicas, sanitarias, pluviales, detección y extinción de incendios, eléctricas de baja tensión para alumbrado, contactos y fuerza.	pza	1	\$135,000,000.00	\$135,000,000.00	\$156,600,000.00
5.7	EDIFICIO ADMINISTRATIVO Y CENTRO DE CONTROL (3,700.00 m2) Cimentación, estructura metálica, techumbre, albañilerías, acabados, señalización, instalaciones hidráulicas, sanitarias, pluviales, detección y extinción de incendios, eléctricas de baja tensión para alumbrado, contactos y fuerza.	pza	1	\$111,000,000.00	\$111,000,000.00	\$128,760,000.00
5.8	VÍA ÚNICA COMPLETA EN CIAS GENERALES. Incluye todos los elementos de plataforma y superestructura nuevos además del montaje.	km	2.17	\$23,737,500.00	\$51,510,375.00	\$59,752,035.00
5.9	DESVIOS	pza	22	\$3,000,000.00	\$66,000,000.00	\$76,560,000.00
5.10	CONTROL DE ACCESO, ESTACIONAMIENTOS Y CERCADO PERIMETRAL	lote	1	\$125,000,000.00	\$125,000,000.00	\$145,000,000.00
6	Señalización, Comunicación, boletaje y PCC				\$1,948,584,210.00	\$2,260,357,683.60
6.1	SEÑALIZACIÓN Costo Equipo en Vía / km; Costo Equipo Embarcado / Tren Pasajeros; Costo Equipo Embarcado / Tren Mercancías; y Equipamiento de Pasos a Nivel.	lote	1	\$1,150,315,789.00	\$1,150,315,789.00	\$1,334,366,315.24
6.2	RADIOCOMUNICACIONES (GSM-R) Precio Fijo, Precio por KM y RBC (Radio Block Centre).	lote	1	\$293,136,842.00	\$293,136,842.00	\$340,038,736.72
6.3	DETECCIÓN AUXILIAR Detector de Caída de Objetos (PSV).	lote	1	\$83,368,421.00	\$83,368,421.00	\$96,707,368.36

6.4	SISTEMAS RED DE COMUNICACIONES Infraestructura física Fibra Óptica, Infraestructura física cableado de cobre, Electrónica de Red (Switching Acceso), Electrónica de Red (Switching Distribución) y Electrónica de Red (Switching Core).	lote	1	\$27,242,105.00	\$27,242,105.00	\$31,600,841.80
6.5	SISTEMAS DE VEDEOVIGILANCIA Cámaras en estaciones, cámaras en Pasos a Nivel, videograbadores y Equipamiento Centro de Control.	lote	1	\$19,970,526.00	\$19,970,526.00	\$23,165,810.16
6.6	SISTEMA DE TELEFONIA Teléfonos IP, Centralita de Telefonía y Equipamiento Centro de Control.	lote	1	\$1,576,842.00	\$1,576,842.00	\$1,829,136.72
6.7	SISTEMA DE INTERFONIA Teléfonos IP y Equipamiento Centro de Control.	lote	1	\$3,894,737.00	\$3,894,737.00	\$4,517,894.92
6.8	SISTEMAS DE SONORIZACIÓN Y VOCEO Altavoces y líneas de cableado por estación; amplificadores, consolas, codex, etc. Por estación; y equipamiento centro de control.	lote	1	\$27,000,000.00	\$27,000,000.00	\$31,320,000.00
6.9	SISTEMA DE TELEINDICADORES Pantallas por estación y equipamiento centro de control.	lote	1	\$6,957,895.00	\$6,957,895.00	\$8,071,158.20
6.10	SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS Controles de Puerta por Estación, Concentrado por Estación y Equipamiento Centro de Control.	lote	1	\$6,931,579.00	\$6,931,579.00	\$8,040,631.64
6.11	SISTEMA DE BOLETAJE Máquinas Expendedoras, Maquinas Validadoras y Equipamiento Centro de Control.	lote	1	\$101,842,105.00	\$101,842,105.00	\$118,136,841.80
6.12	SISTEMA DE GRABACIÓN DE AUDIO Equipamiento Centro de Control.	lote	1	\$1,526,316.00	\$1,526,316.00	\$1,770,526.56
6.13	SISTEMAS DE GRABACIÓN DE CRONOMETRÍA Equipamiento Centro de Control.	lote	1	\$1,421,053.00	\$1,421,053.00	\$1,648,421.48
6.14	CENTRO DE CONTROL Y OPERACIONES CPD y Salas de Operaciones; Mando y Control de Estaciones; Mando y Control de Tráfico; Mando y Control de Seguridad; Atención e información al Pasajero; y Software Integrador.	lote	1	\$223,400,000.00	\$223,400,000.00	\$259,144,000.00
7	Canalizaciones y Drenaje				\$729,500,806.00	\$846,220,934.96
7.1	CANALIZACIÓN LONGITUDINALES Ducto encofrado a base de tubería conduit de pvc pesado y registro a cada 60.00 m.	lote	1	\$75,225,806.00	\$75,225,806.00	\$87,261,934.96

7.2	DRENAJE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	lote	1	\$154,275,000.00	\$154,275,000.00	\$178,959,000.00
7.3	ENERGÍA ELECTRICA	lote	1	\$500,000,000.00	\$500,000,000.00	\$580,000,000.00
8	Confinamiento de vías				\$577,200,000.00	\$669,552,000.00
8.1	CONFINAMIENTO DE VÍAS Barda mixta, de 3.00 m. de altura, a base de murete de concreto reforzado y rejacero.	km	55.5	\$10,400,000.00	\$577,200,000.00	\$669,552,000.00
9	Material Rodante				\$1,564,588,235.34	\$1,814,922,352.99
9.1	MATERIAL RODANTE DMU 2da mano renovado, consiste en 2 coches con una propulsión diésel - hidráulica, con un bogie motor y una tracción múltiple de hasta 3 trenes; el motor diésel es un robusto MTU de 4 tiempos, diseñado para un ancho de vía de 1435 mm. con una altura de piso de 1210 mm.; velocidad máxima de 120 km/h; peso en vacío de 42 t; para un aforo para 62 pasajeros sentados y 100 pasajeros de pie, previsión para realizar una actualización del interior para tener una capacidad máxima de 62 pasajeros sentados y 313 pasajeros de pie.	pza	39	\$40,117,647.06	\$1,564,588,235.34	\$1,814,922,352.99
10	Otros costos				\$4,124,289,675.18	\$4,784,176,023.21
10.1	Por fase de operador sombra, supervisión y certificación, prueba y puesta en marcha	lote	1	\$4,124,289,675.18	\$4,124,289,675.18	\$4,784,176,023.21
Subtotal I:					\$17,784,921,925.77	20,630,509,433.89

Fuente: Estimación de Costos de Operación y de Inversión (OPEX y CAPEX)

Cuadro 4. Inversión en estación y llegada al Aeropuerto.

No.	Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe sin IVA	Importe con IVA
11	Estación Aeropuerto				\$79,350,000.00	\$92,046,000.00
11.1	ESTACIÓN DE CONEXIÓN (DEMANDA ALTA) (3,955.00 m2) Área de: Acceso, circulaciones, andenes, servicios, operativa, locales técnicos y comercial, Cimentación, estructura metálica, techumbre, albañilerías, acabados, señalización instalaciones hidráulicas, sanitarias, pluviales, detección y extinción de incendios, eléctricas de baja tensión para alumbrado, contactos y fuerza.	pza	1	\$68,850,000.00	\$68,850,000.00	\$79,866,000.00
11.2	ESTRUCTURA CUBO + ELEVADORES	pza	2	\$1,750,000.00	\$3,500,000.00	\$4,060,000.00
11.3	PASARELAS	pza	1	\$7,000,000.00	\$7,000,000.00	\$8,120,000.00

12	Llegada Aeropuerto				\$ 95,000,000.00	\$110,200,000.00
12.1	Plataforma, puente ferroviario y vías	lote	1	\$95,000,000.00	\$95,000,000.00	\$110,200,000.00
Subtotal 2:					\$174,350,000.00	\$202,246,000.00

Fuente: Estimación de Costos de Operación y de Inversión (OPEX y CAPEX)

Cuadro 5. Inversión en Derecho de Vía.

No.	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe sin IVA	Importe con IVA
A	Derecho de vía				\$714,000,000.00	\$714,000,000.00
A.1	DERECHO DE VÍA Adquisición de terrenos para Talleres, cocheras y derechos de vía del Tren Suburbano.	m2	210,000.00	\$3,400.00	\$714,000,000.00	\$714,000,000.00
Subtotal 3:					\$714,000,000.00	\$714,000,000.00

Fuente: Estimación de Costos de Operación y de Inversión (OPEX y CAPEX)

Cuadro 6. Inversión Obras Inducidas.

No.	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe sin IVA	Importe con IVA
B	Obras Inducidas				\$2,137,500,000.00	\$2,479,500,000.00
B.1	PEMEX Retiro y construcción de instalaciones subterráneas.	lote	1	\$320,625,000.00	\$320,625,000.00	\$371,925,000.00
B.2	REDES DE ELECTRICIDAD (CFE) Retiro y construcción de instalaciones aéreas, subterráneas, de alumbrado, media y alta tensión.	lote	1	\$748,125,000.00	\$748,125,000.00	\$867,825,000.00
B.3	REDES DE AGUA POTABLE (ORGANISMOS OPERADORES) Retiro y construcción de instalaciones subterráneas.	lote	1	\$320,625,000.00	\$320,625,000.00	\$371,925,000.00
B.4	REDES DE DRENAJES SANITARIOS Y PLUVIALES (ORGANISMOS OPERADORES) Retiro y construcción de instalaciones subterráneas.	lote	1	\$213,750,000.00	\$213,750,000.00	\$247,950,000.00
B.5	REDES DE GAS Retiro y construcción de instalaciones subterráneas.	lote	1	\$320,625,000.00	\$320,625,000.00	\$371,925,000.00
B.6	REDES DE FIBRA OPTICA (TELMEX, MOVISTAR, ATT, AXTEL, IZZI, ETC.) Retiro y construcción de instalaciones aéreas y subterráneas.	lote	1	\$213,750,000.00	\$213,750,000.00	\$247,950,000.00
C	Porcentaje de riesgo				\$427,725,000.00	\$496,161,000.00
C.1	Por incertidumbre en la fase preliminar de planeación, problemas técnicos no contemplados, etc.	lote	15.00%	\$2,851,500,000.00	\$427,725,000.00	\$496,161,000.00
Subtotal 4:					\$2,565,225,000.00	\$2,975,661,000.00

Fuente: Estimación de Costos de Operación y de Inversión (OPEX y CAPEX)

Cuadro 7. Costos de Inversión Totales.

Inversión	COSTO TOTAL (MDP)	COSTO CON IVA (MDP)
Infraestructura, Señalización, Drenaje y Material Rodante	17,785	20,631
Estación y Llegada al Aeropuerto	174	202
Derecho de Vía	714	714**
Obras Inducidas	2,565	2,976
Monto Total de Inversión	21,238	24,523

Estudios de Preinversión y proyecto ejecutivo	406*	470*
Costo Total	21,644	24,993

*Nota: Los conceptos de estudios de preinversión y el proyecto ejecutivo, no forman parte de los componentes del proyecto, sin embargo se consideran para la evaluación.

**El derecho de vía no genera IVA

Como inversiones subsecuentes, las cuales no se consideran en el monto de inversión inicial del proyecto, se considera una inversión de 20 mdp en la renovación de cada unidad de Material Rodante después de 15 años de uso (inicio de operaciones en 2025), por lo cual se consideran dos renovaciones en el horizonte de evaluación, una en 2040 y otra en 2055.

1.1.2 Costos de operación

Los costos de operación son las erogaciones requeridas para el correcto funcionamiento de la infraestructura. Incluye insumos, personal, mantenimiento y otros gastos corrientes en los cuales incurriría el proyecto. A continuación, se presentan los costos de operación previstos:

Cuadro 8. Costos Operativos. Operador Ferroviario

Conceptos	Montos (millones de Pesos)
Costos Fijos	457.28
Costos de Estructura	53.95
Costos de Mantenimiento Instalaciones Fijas	314.48
Costos de Personal de Operaciones Fijos	88.85
Costos Variables	591.09
Costos de Mantenimiento Material Rodante	124.54
Costo de Operación Personal de Conducción	7.61
Costo de Energía	217.28
Seguros	71.62
Derecho de Paso	144.70

Otros Costos	25.33
Costo Total Operación y Mantenimiento	1,048.37

Fuente: Estimación de Costos de Operación y de Inversión (OPEX y CAPEX)

Considerando el cuadro anterior, se estima que los costos operativos ascenderían a 829 mdp en los primeros años de operación, Cada uno de los costos operativos anteriores fueron estimados por los consultores basado en los criterios que a continuación se describen.

Para estimar el costo del Personal de Estructura se ha tomado como referencia un organigrama que incorpora todas las disciplinas necesarias, desde la óptica de un operador. Este personal se considera un costo fijo y es inalterable para los servicios de operación considerados. El costo total es de 28.67 mdp. En el caso en que se pensara en una gestión de la operación de carácter público, estos costos se reducirían en un 10%

Cuadro 9. Costos de Personal de Estructura Fija

Perfiles de Estructura	#	Total (pesos.)
Director General (CEO)	1	\$ 1,731,506.85
Director de Servicios Generales	1	\$ 1,298,630.14
Jefe de seguridad	1	\$ 324,657.53
Jefe de Prevención y Protección civil	1	\$ 324,657.53
Jefe de Calidad y Medio ambiente	1	\$ 324,657.53
Director de Operaciones	1	\$ 1,298,630.14
Director de Mantenimiento	1	\$ 1,298,630.14
Jefe de Administración y Finanzas	1	\$ 649,315.07
Jefe de Personal	1	\$ 649,315.07
Jefe de Comunicación, Medios y Marketing	1	\$ 324,657.53
Jefe de Contratación	1	\$ 649,315.07
Personal de seguridad en instalaciones de talleres y cocheras	8	\$ 1,506,410.96
Jefe de personal de conducción	1	\$ 432,876.71
Jefe de centro de control y circulación	1	\$ 1,298,630.14
Jefe de estaciones	1	\$ 649,315.07
Jefe de estaciones	1	\$ 649,315.07

Jefe de Programación	1	\$649,315.07
Jefe de oficina técnica	1	\$649,315.07
Jefe de señalización y telecomunicaciones	1	\$1,190,410.96
Jefe de Talleres y cocheras	1	\$1,082,191.78
Jefe de infraestructura, vía y catenaria	1	\$1,082,191.78
Jefe de Instalaciones y Estaciones	1	\$1,190,410.96
Coordinadores seguridad corporativa, prevención y protección civil y medio ambiente	6	\$1,298,630.14
Personal Técnico	12	\$2,597,260.27
Personal Administrativo	8	\$2,597,260.27
Personal Auxiliar	7	\$2,272,602.74
Personal de Secretaría	6	\$1,298,630.14

Fuente: Estimación de Costos de Operación y de Inversión (OPEX y CAPEX)

Los costos de suministro son los costos asociados al funcionamiento de las dependencias del personal de estructura. EL costo es de 24.57 mdp.

- Costos de materiales y suministro de servicios + Costo de gestión de servicios a la producción.

Cuadro 10. Costos Fijos de Estructura distintos al Personal

Conceptos	Costos (\$ Mex.)
Asesoría Jurídica	\$ 639,600.00
Asesoría fiscal	\$ 437,060.00
Auditorías de cuentas	\$ 252,150.00
Gestión de páginas web	\$ 672,400.00
Gestión informática y telefonía	\$ 2,903,423.20
Gestión de recursos humanos	\$ 816,050.52
Capacitación de recursos humanos	\$ 7,820,028.81

Gestión de nóminas	\$ 269,453.77
Sistema SAP de gestión y sistema de gestión de stock	\$ 4,370,600.00
Servicios médicos al personal y controles de maquinistas y operadores	\$ 504,300.00
Servicios asociados a procedimientos y coordinación con protección civil	\$ 1,260,750.00
Gestión de la certificación calidad, medio ambiente y ESR	\$ 1,260,750.00
Impuesto 3% Sobre nómina	\$ 860,082.74
Gastos oficina (papelería, consumibles, renovación mobiliaria, mantenimiento)	\$ 1,451,711.60
Gastos de agua y gestión de residuos	\$ 201,720.00
Gestión Médica	\$ 353,010.00
Gastos varios vehículos	\$ 1,210,320.00

Fuente: Estimación de Costos de Operación y de Inversión (OPEX y CAPEX)

El cálculo de costos de mantenimiento se ha realizado a partir de costos unitarios conocidos a partir de “benchmark” entre operadores (TMB en Barcelona, Metro de Madrid, RER Paris, Renfe España, DB Alemania). Se contempla un costo total de 314.48 mdp

Cuadro 11. Costos de Mantenimiento de Instalaciones Fijas

Conceptos	Precio unitario	Unidad	Cantidad	\$/año
Vía y obra civil		-		\$ 74,974,571.63
vía	\$ 1,342,427.42	\$/km	55.85	\$ 74,974,571.63
Señalización		-		\$ 39,863,102.63
ATC - Señalización	\$ 713,752.96	\$/km	55.85	\$ 39,863,102.63
Comunicaciones		-		\$ 72,021,560.03
Comms física	\$ 281,608.20	\$/km	55.85	\$ 15,727,817.80
Red de datos	\$ 375,477.60	\$/km	55.85	\$ 20,970,423.73
Red GSM	\$ 605,610.00	\$/km	55.85	\$ 33,823,318.50
Red sin hilos	\$ 10.00	\$/m2	150,000	\$ 1,500,000.00

Mantenimiento estaciones		-		\$ 118,744,423.41
Mantenimiento estaciones	<u>\$ 5,937,221.17</u>	\$/est	<u>20</u>	\$ 118,744,423.41
Mantenimiento pasos a nivel		-		\$ 4,875,040.00
Mantenimiento pasos a nivel	<u>\$ 152,345.00</u>	\$/paso	<u>32</u>	\$ 4,875,040.00
Talleres y cocheras		-		\$ 4,000,000.00
TOTAL				\$ 314,478,697.69

Fuente: Estimación de Costos de Operación y de Inversión (OPEX y CAPEX)

El modelo presencial en estaciones constará de un responsable (a excepción de las Grandes Estaciones donde habrá dos), a lo largo de toda la jornada, en turnos. De modo itinerante, se prevé un equipo de interventoría en tres personas por turno que efectuarán esporádicamente controles de boletaje en ruta y supervisión general del servicio a bordo de los trenes y en andenes. El costo total es de 19.6 mdp.

Cuadro 12. Costos Fijos de Personal de Estaciones

Personal de Estaciones	
Horas agente apertura estación	167,535
Agentes de seguridad de servicio	96
Reserva, formación y absentismo (%)	8%
Plantilla de personal de estaciones	104
Costo medio anual de 1 agente	\$ 175,000
COSTO ANUAL PERSONAL DE SEGURIDAD	\$ 18,200,000

Fuente: Estimación de Costos de Operación y de Inversión (OPEX y CAPEX)

El responsable de estación estará acompañado permanentemente por un agente de vigilancia por turno, considerando uno adicional para vigilancia nocturna. Para las estaciones grandes se supone la necesidad de dos vigilantes por turno. Se estima un costo total de 22.32 mdp.

Cuadro 13. Costos Fijos de Personal de Seguridad y Vigilancia

Personal de Estaciones	
Horas agente apertura estación	148,920
Agentes de seguridad de servicio	113
Reserva, formación y absentismo (%)	8%
Plantilla de personal de seguridad	123
Costo medio anual de 1 agente	\$ 173,000
COSTO ANUAL PERSONAL DE SEGURIDAD	\$ 21,279,000

Fuente: Estimación de Costos de Operación y de Inversión (OPEX y CAPEX)

Al tratarse de una dependencia abierta en régimen 24/7, se deben establecer modelos presenciales distintos para las horas de servicio al público y para las horas de cierre en que se realizan trabajos de mantenimiento en la línea. Se consideran los puestos de Tráfico, Energía, Instalaciones Fijas, Seguridad, Atención al público, Información al público, Mantenimiento y Coordinador. El costo total es de 11.97 mdp

Cuadro 14. Costos Fijos de Personal de Centro de Control

Personal de Estaciones	
Horas agente apertura estación	63,510

Agentes de seguridad de servicio	38
Reserva, formación y absentismo (%)	8%
Plantilla de personal de seguridad	42
Costo medio anual de 1 agente	\$285,000
COSTO ANUAL PERSONAL DE CENTRO DE CONTROL	\$ 11,970,000

Fuente: Estimación de Costos de Operación y de Inversión (OPEX y CAPEX)

Para determinar los costos fijos de Personal de Talleres y Cocheras, se realiza un supuesto de organización del mantenimiento de trenes en la que esté contratando a un proveedor externo y el personal del mantenedor de trenes está asistido por este personal de Operación.

Cuadro 15. Costos Fijos de Personal de Talleres y Cocheras

Técnicos de Operación del Taller	
Número de trenes operando (hora punta, laborable)	28
Trenes gestionados por Operador de Talleres	30
Número de puestos necesarios	8
Técnicos de Taller teóricos	37.5
Reserva, formación y absentismo (%)	8 %
Plantilla de personal de Talleres	42

Costo medio anual de 1 técnico	\$ 375,000
COSTO ANUAL PERSONAL DE TALLERES	\$ 15,750,000

Fuente: Estimación de Costos de Operación y de Inversión (OPEX y CAPEX)

El costo de la limpieza se calcula a partir de la estimación de horas de limpieza necesarias y un precio unitario por hora, bajo el supuesto de que se tratará de una subcontrata que facturará por horas de prestación de servicio. Se requieren 194,950 horas limpiezas unitarias, a un costo por hora de \$68.93, se estima un costo total de 13.43 mdp

Cuadro 16. Costos Fijos de Limpieza

Horas Limpieza Unitarias		Costo servicios/ hora	Total (\$ Mex.)
Estaciones (21)	194,950	\$ 68.93	\$ 13,439,567
Talleres (2)			

Fuente: Estimación de Costos de Operación y de Inversión (OPEX y CAPEX)

Las descripciones anteriores corresponden a los Costos de Operación Fijos, los cuales se estima que se mantendrán con los mismos precios reales durante el horizonte de evaluación del Proyecto. A continuación de presentarán los Costos de Operación Variables. Para el primer año de operación.

Los Costos Variables de Mantenimiento de Material Rodante se calculan fundamentalmente en base a la producción kilométrica. Este importe incluye la mano de obra, las herramientas y útiles necesarios para las intervenciones, los consumibles y resto de aprovisionamientos y suministros. La energía eléctrica y limpieza del taller se han considerado aparte, puesto que no serán suministradas por el contratista de mantenimiento de los trenes. Se consideran costos de 124.5 mdp.

Cuadro 17. Costos Variables de Mantenimiento de Material Rodante

Servicio	Intervalo Paso HP	DMU * km (Millones)	Horas Servicio	COSTO (\$Mill.)
----------	-------------------	---------------------	----------------	-----------------

1	Estación García- Estación 22	30	2.176	35,509	57.35
2	Estación 7- Aeropuerto	15	2.550	42,097	67.20

Fuente: Estimación de Costos de Operación y de Inversión (OPEX y CAPEX)

Para cada servicio de operación se calcula la plantilla de maquinistas necesaria, así como la de reserva, tomando como base una jornada anual de 2,016 horas y un porcentaje de horas no conducidas, un porcentaje de absentismo, formación y relevos del 10% en conjunto. Se estima un costo de 7.61 mdp.

Cuadro 18. Costos Variables de Mantenimiento de Material Rodante

Servicio	Intervalo Paso HP	DMU x km (Millones)	Horas Servicio	COSTOS (\$ Mill.)	No. Operadores
Estación García- Estación 22	30	2.176	35,509	3.54	20
Estación 7- Aeropuerto	15	2.550	42,097	4.07	23

Fuente: Estimación de Costos de Operación y de Inversión (OPEX y CAPEX)

El costo de energía de tracción se ha calculado a partir del consumo medio de los trenes que circularán por la línea conforme al horario establecido, multiplicado por la tarifa de la energía. Se han estimado también las pérdidas de energía por transporte. Se estima un costo total de 177.26 mdp.

Cuadro 19. Costos Variables de Energía de Tracción

Servicio	Intervalo Paso HP	DMU x km (Millones)	Consumo Anual (l/año)	COSTO (\$ Mill.)
----------	-------------------	---------------------	-----------------------	------------------

1	Estación García- Estación 22	30	2.176	3,264,475	64.28
2	Estación 7- Aeropuerto	15	2.550	5,738,052	112.98

Fuente: Estimación de Costos de Operación y de Inversión (OPEX y CAPEX)

El costo de energía de no tracción se cuenta a partir del consumo de energía estimado para las estaciones de los talleres y cocheras. Se estima un costo total de 40.02 mdp.

Cuadro 20. Costos Variables de Energía de NO Tracción

Estaciones		Talleres		TOTAL	
Consumo anual (kWh/año)	Costo	Consumo anual (kWh/año)	Costo	Consumo anual (kWh/año)	Costo
3,264,475	36.17	2,500,000	3.85	5,764,475	40.02

Fuente: Estimación de Costos de Operación y de Inversión (OPEX y CAPEX)

Se ha considerado un programa de seguros que minimiza los riesgos de la explicación, se considera un costo total de 71.62 mdp. Se han considerado los siguientes seguros:

- Responsabilidad Civil
- Todo riesgo daños materiales
- Pérdida de beneficios por causas de fuerza mayor no imputables al contratista
- Seguro obligatorio de viajeros
- Seguro del material rodante
- Responsabilidad civil de Directivos
- Defensa y reclamación de daños.

Cuadro 21. Costos de Seguros

Servicio	Intervalo Paso HP	DMU * km	Horas Servicio	COSTO
----------	-------------------	----------	----------------	-------

			(Millones)		
1	Estación García- Estación 22	30	2.176	35,509	30.64
	Estación 7- Aeropuerto	15	2.550	42,097	39.73

Fuente: Estimación de Costos de Operación y de Inversión (OPEX y CAPEX)

En la cuenta de gastos del Operador se ha dispuesto también una partida de costos varios adicionales, a fin de cubrir contingencias y variaciones de costos que pueda experimentar, derivados de fluctuaciones en el cambio de la divisa o necesidades imprevistas. Se considera un costo de 25.33 mdp.

Cuadro 22. Otros Costos

Servicio	Intervalo Paso HP	DMU x km (Millones)	Horas Servicio	COSTO
1 Estación García- Estación 22	30	2.176	35,509	11.48
2 Estación 7- Aeropuerto	15	2.550	42,097	13.85

Fuente: Estimación de Costos de Operación y de Inversión (OPEX y CAPEX)

Los costos anteriores representan los costos de operación variables para el primer año de operación del proyecto. Para identificar la evolución de los Costos de Operación para el Horizonte de Evaluación del Proyecto, se estima que los Costos de Operación Fijos mantengan los mismos precios reales durante todo el horizonte de evaluación, mientras que, para los Costos de Operación Variables, se estima que también mantendrán precios reales, con la diferencia de que estos crecerán de forma anual a la misma razón de crecimiento de la demanda del Proyecto.

1.2 Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del proyecto

Los beneficios derivados del proyecto de inversión se clasifican principalmente en las siguientes dos categorías:

1. Beneficio por Reducción en demoras.

El Beneficio por Reducción en demoras se considera un beneficio social, ya que como fue explicado con anterioridad, el tiempo de las personas tiene un valor monetario percibido llamado Valor Social del Tiempo, el cual representa el costo de oportunidad de una persona en términos de ingreso salarial promedio que podría obtener si trabajara en lugar de gastar ese tiempo en transportarse. A partir de los valores explicados (i.e. VST Trabajadores NL 2020: 125 MXN y VST Ocio NL 2020: 75 MXN) se obtiene un Valor Social del Tiempo de los pasajeros para el total de la población ocupada con ingreso de 107 pesos por hora. Este es considerado el Valor Social del Tiempo Ponderado en 2020 para la población distribuida entre sus características. El VST de los pasajeros en la situación con Proyecto es mayor, ya que el 92.9% de los usuarios cumplirían las características necesarias para ubicarlo en 115 pesos por hora. El 7.1% restante, son usuarios con dirección al Aeropuerto Internacional de Monterrey, de los cuales se suponen tienen un VST mayor debido a que tienen acceso a viajes en avión, por lo que su sueldo, en teoría es mayor, y el costo de oportunidad de utilizar una hora para transportarse sube. Se calcula como resultado un VST ponderado para pasajeros del Tren en 2020 de 124 pesos por hora. El VST crece en razón de la tasa de crecimiento real (0.41%) que corresponde al promedio de la variación porcentual anual de los salarios reales del sector manufacturero, publicado por INEGI.

Este valor será el percibido como ingreso a partir del número de horas ahorradas a los usuarios. El principal beneficio que se obtendría del Tren Suburbano es la reducción en el tiempo de traslado. Para realizar el cálculo del tiempo utilizado para transportarse actualmente se utilizan los datos de tiempo de recorrido promedio ponderado por ascensos en los polígonos de carga. Esto se realiza con la finalidad de contemplar que los distintos usuarios de los vehículos de transporte tienen distintos orígenes y destinos, por lo cual se experimentan estos beneficios al agrupar a la demanda. El tramo García – Monterrey, de recorrerse completo en

autobús, tiene un tiempo de recorrido promedio ponderado de 54 minutos, mientras que el tramo Aeropuerto Monterrey tardaría 30 minutos en realizar su recorrido. Los usuarios que utilizan un vehículo automóvil tardan 29 minutos en desplazarse entre García y Monterrey, mientras que el tiempo de viaje promedio entre el Aeropuerto y Monterrey, se estiman 21 minutos. A partir de lo anterior se estima el volumen de traslado actual, el cual consiste en una proporción de 33% de los viajes provendrían de autobús, mientras que el 64% restante del carro². El AMM al ser una zona conurbada requiere movilidad de su población, la cual no era considerada eficiente por la configuración actual de las rutas de transporte público, por lo que muchos habitantes requirieron adquirir un vehículo privado para poder trabajar.

Con el tren se estima un tiempo de traslado entre la terminal García a la terminal Monterrey de 24 minutos, mientras que se espera que un tren que salga del Aeropuerto con dirección a Monterrey tenga un tiempo de recorrido de 19 minutos. La distribución de los usuarios por sentido se estima con base en los datos de Polígonos de Carga, con los cuales se refleja, en promedio, los ascensos hacia cada dirección. La distribución calculada resulta en un 42% del total de pasajeros viajando del tramo García – Monterrey, y el 58% restante viajando en el tramo Aeropuerto – Monterrey

En el tramo García – Monterrey, en la situación actual se tienen que utilizar 36 minutos (promedio ponderado entre autobuses y carros) para realizar el recorrido, mientras que en el tren se utilizan 24 minutos. En el tramo Aeropuerto Monterrey, los usuarios en la situación sin proyecto tienen un tiempo de traslado promedio ponderado de 24 minutos, mientras que los usuarios del tren se desplazarían en el mismo tramo en 19 minutos.

Siguiendo la dinámica de la demanda y de los precios, en 2025, primer año de operación, se contempla un Costo de Transportarse (Tramo García – Monterrey) en la situación con proyecto de 38 pesos, mientras que esta cantidad ascendería a 52 pesos en la situación sin transporte, por lo que de realizarse el proyecto se tendría un ahorro en VST por pasajero de 22 pesos.

² Incluye vehículos privados, taxis y plataformas.

En el tramo Aeropuerto Monterrey se tiene un costo de transportarse en la situación sin proyecto de 34 pesos por pasajero, mientras que en la situación con proyecto este precio asciende a 43 pesos por pasajero, resultando un ahorro de VST de 8 pesos por pasajero.

Estos ahorros de tiempo se multiplican por el VST de los pasajeros correspondientes, y se agrega al cálculo del beneficio social ya que la disminución de las demoras les generaría utilidad. En el siguiente cuadro se presentan los beneficios por reducción en demoras debido al Tren Suburbano:

Cuadro 23. Reducción en Demoras con el Proyecto

Reducción en Demoras Tren S	Total VP
Viajes Anuales (2025)	80,453,300
Valor Social del Tiempo de los Pasajeros (\$/h) (promedio horizonte de evaluación)	108
Costo VST Recorrido Actual (Precio 2020)	52
Costo VST Recorrido con Proyecto (Precio 2020)	38
Beneficios por Reducción en Demoras por pasajero	14
Beneficios por Reducción en Demoras total (mdp)	9,084

Fuente: Elaboración Propia

2. Beneficio por Reducción Costos de Operación Vehicular

En la sección de Interacción de la Oferta y Demanda en la Situación Actual se determinaron los COV por Pasajero anuales dependiendo del tipo de transporte que utilizan para desplazarse actualmente. A continuación, se muestra la tabla con los costos:

**Cuadro 24. COV Anual Promedio por Pasajero
(cifras en pesos)**

Concepto	Autobús	Automóvil	Motocicleta
COV Anual promedio por Pasajero	4,008	13,070	26,374

Fuente: Estimación Propia

En la etapa inicial de operaciones, el proyecto dará atención a 250,000 usuarios, los cuales modifican su transporte de otro medio de transporte a utilizar el tren suburbano. Para determinar el transporte de origen de los usuarios, se realiza el supuesto de que los porcentajes de repartición modal que se transfieren son constantes, por lo cual, al dejar de usar esos medios de transporte, se deja de erogar su costo operativo. En la siguiente tabla se muestra el ahorro, en la primera etapa de operación, de los usuarios que migrarían al tren suburbano:

Cuadro 25. Reducción de Gasto por Dejar de Utilizar el Medio de Transporte Previo (Primer año de Operación)

Modo de Transporte	%	# Usuarios	Ahorro Anual
Automóvil Particular	57%	142,250	1,859
Transporte Público	25%	61,750	247
Taxi y/o Plataforma	7%	18,500	242
Transporte de Personal	6%	15,500	62
Transporte Escolar	3%	6,250	25
No Motorizado	1%	3,500	-
Motocicleta	1%	2,250	59
Total	100%	250,000	2,495

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior se concluye que los 250 mil usuarios dejarían de gastar en total 2,495 mdp al año debido al cambio de modo de transporte. Ahora, en vez de realizar este gasto, la demanda gasta en el costo de operación variable del tren. El costo de operación fijo se mantiene constante sin importar la demanda, mientras que el costo de operación variable crece con relación a esta. Para esto, la estimación de los costos operativos variables en el primer año de operación del Proyecto asciende a 591 mdp. La erogación de este costo ya se encuentra contemplado en "Costos Operativos", por lo cual, únicamente se contabiliza el beneficio por reducción de COV en medios de transporte anteriores, ya que el costo de operación variable del Proyecto ya se encuentra contabilizado en la Evaluación, entonces de contabilizarlo sería un error de cálculo porque sería un costo doble.

1.3 Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Para obtener los indicadores de rentabilidad del Proyecto se requiere cuantificar los flujos de los beneficios sociales (ingresos por cobro de tarifa

y reducción en demoras) y en este caso, sustraer el flujo del costo de inversión. Estos precios son traídos a Valor Presente Neto de 2021 para homologar la comparación. En el siguiente cuadro se presentan los principales resultados:

Cuadro 26. Valuación Social

Valuación Social	Total VP (MDP)
Beneficios Sociales	29,244
Reducción en Demoras	9,084
Reducción en COV	20,160
Costos Sociales	25,876
Inversión	17,847
Costos Operativos	8,030
Inversiones Subsecuentes	61
Beneficios Social Bruto	3,367

Fuente: Elaboración Propia

El Beneficio Social Bruto es positivo, por lo cual se considera que el Proyecto tiene una rentabilidad social positiva.

1.3.1 Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TRI) y Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)

En la siguiente tabla se muestran los indicadores de rentabilidad resultado del estudio. Estos se encuentran por encima de los requerimientos de inversión de la SHCP, por lo que el proyecto se considera viable para ser desarrollado.

Cuadro 27. Indicadores de Rentabilidad

Indicadores de Rentabilidad	
Concepto	Valor Presente <i>(millones de pesos reales)</i>
Beneficios Sociales	29,244
Costos Sociales	8,030
Beneficio Social Bruto	21,214
Inversión	17,847
Beneficio Social Neto	3,367
Indicador	Valor

Valor Presente Neto (VPN)	3,367
Tasa Interna de Retorno (TIR)	11.80%
Tasa de Retorno Inmediata (TRI)	10.82%
Año Óptimo de Entrada de Operación	2025
CAE	2,439
VPC	23,524

Fuente: Elaboración propia

Se identifica que el proyecto cumple con los indicadores de rentabilidad requeridos por la Unidad de Inversión de la SHCP al obtener un VPN positivo, y TIR y TRI mayores a la tasa social de descuento (10%).

1.4 Análisis de sensibilidad

Se realiza el análisis de estrés del modelo para identificar los indicadores de rentabilidad que obtendría de materializarse los riesgos a los que se enfrenta. En esta fase del proyecto se identifica que los principales riesgos en los que incurriría sería una modificación al nivel de inversión y una variación a los niveles de demanda esperados. En la siguiente tabla se muestran los impactos en las variables mencionadas y los indicadores de rentabilidad resultantes de la modificación:

Cuadro 28. Análisis de Sensibilidad

Escenario: Sensibilidad Monto de Inversión

Escenario (var % sobre el escenario base)	-10%	-5%	-1%	Base	1%	5%	10%
Inversión (millones de pesos)	19,480	20,562	21,428	21,644	21,861	22,726	23,809
VPN (millones de pesos)	8,094	5,855	3,885	3,367	2,839	618	-2,405
TIR (porcentaje)	15.51%	13.52%	12.13%	11.80%	11.49%	10.30%	8.96%

TRI (porcentaje)	14.72%	12.58%	11.15%	10.82%	10.51%	9.38%	8.18%
---------------------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-------

Fuente: Elaboración propia

Escenario: Sensibilidad Beneficios Sociales (2025)

Escenario Beneficios Sociales (var % sobre el escenario base)	-10%	-5%	-1%	Base	1%	5%	10%
Beneficios sociales (millones de pesos 2025)	3,257	3,438	3,583	3,619	3,655	3,800	3,981
VPN (millones de pesos)	443	1,905	3,075	3,367	3,660	4,830	6,292
TIR (porcentaje)	10.24%	11.04%	11.65%	11.80%	11.95%	12.55%	13.28%
TRI (porcentaje)	9.30%	10.06%	10.67%	10.82%	10.98%	11.59%	12.35%

Fuente: Elaboración propia

Se concluye que el proyecto de inversión es socialmente rentable. En el análisis de sensibilidad anterior se considera un impacto adicional a los ya contemplados (en los rubros de inversión y de operación se considera un impacto adicional de 30% debido a sobrecostos, mientras que, en el escenario del impacto a la demanda inicial, se modela bajo el supuesto de que la demanda se modificará debido al COVID-19). No se considera probable que aumenten los costos de inversión a más del 30% que se tiene contemplado, así como no se proyecta que la demanda pueda bajar aún más, por lo que las tablas anteriores son meramente indicativas debido a que el modelo ya se encuentra suficientemente estresado.

“ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS PARA LOS ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE UN TREN SUBURBANO EN EL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY”



ESTIMACIÓN DE COSTOS OPERATIVOS Y DE INVERSIÓN (OPEX Y CAPEX)

RESUMEN DE COSTOS POR SERVICIO.

En la tabla siguiente se recogen la totalidad de los costos por partidas de costos para cada una de las líneas en operación.

Costos de Operación Tren Suburbano Monterrey	
Costos Fijos	457.28
Costos de Estructura	53.95
Costos de Mantenimiento Instalaciones Fijas	314.48
Costos de Personal de Operaciones Fijos	88.85
Costos Variables	591.09
Costos de Mantenimiento Material Rodante	124.54
Costo de Operación Personal de Conducción	7.61

Costo de Energía	217.28
Seguros	71.62
Derecho de Paso	144.70
Otros Costos	25.33
Costo Total Operación y Mantenimiento	1048.37

Fuente: Tabla resumen OPEX

El costo de operación y mantenimiento es de 1048.37 MDP

PRESUPUESTO DE INVERSIÓN (CAPEX)

No	CAPEX					
	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe	%
1	Obras provisionales				\$ 127,650,000.00	0.71%
1.1	Obras de desvíos vehiculares y peatonales.	km	55.50	\$ 2,300,000.00	\$ 127,650,000.00	0.71%
2	Vías				\$ 3,590,638,860.25	20.05%
2.1	DESMONTAJE DE VÍA ÚNICA EXISTENTE.	km	101.18	\$ 1,012,800.00	\$ 102,475,104.00	0.57%
2.2	VÍA ÚNICA COMPLETA EN VÍAS PRINCIPALES. Incluye todos los elementos de plataforma (capa de forma, subbalasto y balasto) y superestructura (durmientes de concreto y rieles 115RE) nuevos además del montaje.	km	94.81	\$ 23,737,500.00	\$ 2,250,552,375.00	12.59%
2.3	VÍA ÚNICA COMPLETA EN VÍAS PRINCIPALES MONTADA EN HORARIO NOCTURNO. Incluye todos los elementos de plataforma (capa de forma, subbalasto y balasto) y superestructura (durmientes de concreto y rieles 115RE) nuevos además del montaje.	km	11.27	\$ 29,671,875.00	\$ 334,402,031.25	1.87%
2.4	VÍA ÚNICA COMPLETA EN ESTACIÓN. Incluye todos los elementos de plataforma (capa de forma, subbalasto y balasto) y superestructura (durmientes de concreto y rieles 115RE) nuevos además del montaje.	km	14.90	\$ 23,737,500.00	\$ 353,688,750.00	1.98%
2.5	REUTILIZACIÓN Y MONTAJE DE VÍA SIMPLE	km	4.55	\$ 2,532,000.00	\$ 11,520,600.00	0.06%
2.6	DESVÍOS Incluye replanteo y marcaje de vía, rieles, durmientes, sujecciones, nivelación, alineación, y todas las operaciones hasta su recibido en segunda nivelación.	pza	160.00	\$ 3,000,000.00	\$ 480,000,000.00	2.69%
2.7	Vehículo de mantenimiento + Reguladora de Balasto	pza	1.00	\$ 58,000,000.00	\$ 58,000,000.00	0.28%

3 Obras en crucesos					\$ 2,747,409,764.00	15.37%
3.1	Consolidación de crucesos	pza	47.00	\$ 106,383.00	\$ 5,000,001.00	0.03%
3.2	Señalización de crucesos	pza	8.00	\$ 10,125,000.00	\$ 81,000,000.00	0.45%
3.3	PASOS VEHICULARES DEPRIMIDOS					
3.3.1	C57 Crecimiento Paso vehicular deprimido Demolición ancho=15.60 m. cajón=25.00m.	pza	1.00	\$ 11,657,068.00	\$ 11,657,068.00	0.07%
3.3.2	C20 Paso vehicular deprimido 1c=1c ancho=6.50 m. D1=60.00m. cajón=230.00m. D2=250.00m.	pza	1.00	\$ 142,007,876.00	\$ 142,007,876.00	0.79%
3.3.3	C56 Paso vehicular deprimido 2c=2c ancho=8.00 m. D1=157.00m. cajón=126.00m. D2=200.00m.	pza	1.00	\$ 129,421,269.00	\$ 129,421,269.00	0.72%
3.3.4	C18 Paso vehicular deprimido 2c+2c=4c ancho=15.60 m. D1=128.00m. cajón=38.00m. D2=99.00m.	pza	1.00	\$ 67,988,915.00	\$ 67,988,915.00	0.38%
3.3.5	C39 Paso vehicular deprimido 2c+2c=4c ancho=15.60 m. D1=45.00m. cajón=98.00m. D2=110.00m.	pza	1.00	\$ 77,082,659.00	\$ 77,082,659.00	0.43%
3.3.6	C61 Paso vehicular deprimido 2c+2c=4c ancho=15.60 m. D1=102.00m. cajón=75.00m. D2=150.00m.	pza	1.00	\$ 92,233,678.00	\$ 92,233,678.00	0.52%
3.3.7	C25 Paso vehicular deprimido 2c+2c=4c 1c=1c 1c=1c ancho=15.60 m. D1=86.00m. cajón=100.00m. D2=102.00m. ancho=6.50 m. cajón=86.00m. D2=185.00m. ancho=6.50 m. cajón=86.00m. D2=185.00m.	pza	1.00	\$ 205,868,698.00	\$ 205,868,698.00	1.15%
3.4	PUENTES VEHICULARES					
3.4.1	C32 Puente vehicular 2c=2c ancho=8.40m. R1=104.00m. claro=145.00m. R2=108.00m.	pza	1.00	\$ 55,477,800.00	\$ 55,477,800.00	0.31%
3.4.2	C58A Puente vehicular 2c=2c ancho=8.40m. R1=104.00m. claro=162.00m. R2=177.00m.	pza	1.00	\$ 68,842,200.00	\$ 68,842,200.00	0.39%
3.4.3	C8 Puente vehicular 2c+2c=4c ancho=18.40m. R1=183.00m. claro=60.00m. R2=220.00m.	pza	1.00	\$ 157,605,200.00	\$ 157,605,200.00	0.88%

3.4.4	C31 Puente vehicular 2c+2c=4c ancho=18.40m. R1=214.00m. claro=67.00m. R2=93.00m.	pza	1.00	\$ 127,309,600.00	\$ 127,309,600.00	0.71%
3.4.5	C40 Puente vehicular 2c+2c=4c ancho=18.40m. R1=127.00m. claro=60.00m. R2=156.00m.	pza	1.00	\$ 116,757,200.00	\$ 116,757,200.00	0.65%
3.4.6	C43 y C44 Puente vehicular 2c+2c=4c ancho=18.40m. R1=270.00m. claro=215.00m. R2=209.00m.	pza	1.00	\$ 236,237,600.00	\$ 236,237,600.00	1.32%
3.4.7	C48 Puente vehicular 2c+2c=4c ancho=18.40m. R1=350.00m. claro=118.00m. R2=87.00m.	pza	1.00	\$ 188,922,000.00	\$ 188,922,000.00	1.06%
3.4.8	C50 Puente vehicular 2c+2c=4c ancho=18.40m. R1=211.00m. claro=63.00m. R2=228.00m.	pza	1.00	\$ 170,880,800.00	\$ 170,880,800.00	0.96%
3.4.9	C60 Puente vehicular 2c+2c=4c ancho=18.40m. R1=287.00m. claro=115.00m. R2=287.00m.	pza	1.00	\$ 234,535,600.00	\$ 234,535,600.00	1.31%
3.4.10	C67 Puente vehicular 2c+2c=4c ancho=18.40m. R1=258.00m. claro=82.00m. R2=214.00m.	pza	1.00	\$ 188,581,600.00	\$ 188,581,600.00	1.06%
3.4.11	C56 Reestructuración de Puente vehicular F y F Antigua	pza	1.00	\$ 130,000,000.00	\$ 130,000,000.00	0.73%
3.6	PUNTES PEATONALES	pza	40.00	\$ 6,500,000.00	\$ 260,000,000.00	1.45%
4	Estaciones				\$ 1,141,800,000.00	6.39%
4.1	ESTACION TIPO (DEMANDA BAJA) (2,055.00 m2) Áreas de: Acceso, circulaciones, andenes, servicios, operativa y locales técnicos. Cimentación, estructura metálica, techumbre, albañilerías, acabados, señalización, instalaciones hidráulicas, sanitarias, pluviales, detección y extinción de incendios, eléctricas de baja tensión para alumbrado, contactos y fuerza.	pza	6.00	\$ 33,525,000.00	\$ 201,150,000.00	1.13%

4.2	ESTACIÓN TERMINAL (DEMANDA INTERMEDIA) (2,670.00 m2) Áreas de: Acceso, circulaciones, andenes, servicios, operativa, locales técnicos y comercial. Cimentación, estructura metálica, techumbre, albañilerías, acabados, señalización, instalaciones hidráulicas, sanitarias, pluviales, detección y extinción de incendios, eléctricas de baja tensión para alumbrado, contactos y fuerza.	pza	11.00	\$ 43,100,000.00	\$ 474,100,000.00	2.65%
4.3	ESTACIÓN DE CONEXIÓN (DEMANDA ALTA) (3,955.00 m2) Áreas de: Acceso, circulaciones, andenes, servicios, operativa, locales técnicos y comercial. Cimentación, estructura metálica, techumbre, albañilerías, acabados, señalización, instalaciones hidráulicas, sanitarias, pluviales, detección y extinción de incendios, eléctricas de baja tensión para alumbrado, contactos y fuerza.	pza	3.00	\$ 68,850,000.00	\$ 206,550,000.00	1.16%
4.4	ESTRUCTURA CUBO + ELEVADORES	pza	40.00	\$ 1,750,000.00	\$ 70,000,000.00	0.39%
4.5	PASARELAS	pza	20.00	\$ 7,000,000.00	\$ 140,000,000.00	0.78%
4.6	ESTACIONAMIENTOS	lote	1.00	\$ 50,000,000.00	\$ 50,000,000.00	0.28%
5	Talleres y cocheras				\$ 1,233,260,375.00	6.90%
5.1	TALLER DE MANTENIMIENTO INFRAESTRUCTURA (4,500.00 m2) Cimentación, estructura metálica, techumbre, albañilerías, acabados, señalización, instalaciones hidráulicas, sanitarias, pluviales, detección y extinción de incendios, eléctricas de baja tensión para alumbrado, contactos y fuerza.	pza	1.00	\$ 123,750,000.00	\$ 123,750,000.00	0.69%
5.2	TALLER DE MANTENIMIENTO MATERIAL RODANTE (6,500.00 m2) Cimentación, estructura metálica, techumbre, albañilerías, acabados, señalización, instalaciones hidráulicas, sanitarias, pluviales, detección y extinción de incendios, eléctricas de baja tensión para alumbrado, contactos y fuerza.	pza	1.00	\$ 178,750,000.00	\$ 178,750,000.00	1.00%

5.3	COCHERA (6,500.00 m2) Cimentación, estructura metálica, techumbre, albañilerías, acabados, señalización, instalaciones hidráulicas, sanitarias, pluviales, detección y extinción de incendios, eléctricas de baja tensión para alumbrado, contactos y fuerza.	pza	2.00	\$ 178,750,000.00	\$ 357,500,000.00	2.00%
5.4	ALMACEN (2,500.00 m2) Cimentación, estructura metálica, techumbre, albañilerías, acabados, señalización, instalaciones hidráulicas, sanitarias, pluviales, detección y extinción de incendios, eléctricas de baja tensión para alumbrado, contactos y fuerza.	pza	1.00	\$ 68,750,000.00	\$ 68,750,000.00	0.38%
5.5	PLANTA DE LAVADO (800.00 m2)	pza	1.00	\$ 16,000,000.00	\$ 16,000,000.00	0.09%
5.6	AREA DE PERSONAL Y SOPORTE TECNICO (4,500.00 m2) Cimentación, estructura de concreto reforzado, albañilerías, acabados, señalización, instalaciones hidráulicas, sanitarias, pluviales, detección y extinción de incendios, eléctricas de baja tensión para alumbrado, contactos y fuerza	pza	1.00	\$ 135,000,000.00	\$ 135,000,000.00	0.76%
5.7	EDIFICIO ADMINISTRATIVO Y CENTRO DE CONTROL (3,700.00 m2) Cimentación, estructura de concreto reforzado, albañilerías, acabados, señalización, instalaciones hidráulicas, sanitarias, pluviales, detección y extinción de incendios, eléctricas de baja tensión para alumbrado, contactos y fuerza	pza	1.00	\$ 111,000,000.00	\$ 111,000,000.00	0.62%
5.8	VÍA ÚNICA COMPLETA EN VÍAS GENERALES. Incluye todos los elementos de plataforma y superestructura nuevos además del montaje.	km	2.17	\$ 23,737,500.00	\$ 51,510,375.00	0.29%
5.9	DESVÍOS	pza	22.00	\$ 3,000,000.00	\$ 66,000,000.00	0.37%
5.10	CONTROL DE ACCESO, ESTACIONAMIENTOS Y CERCADO PERIMETRAL.	lote	1.00	\$ 125,000,000.00	\$ 125,000,000.00	0.70%
6	Señalización, Comunicaciones, Boletaje y PCC				\$ 1,948,584,210.00	10.90%

6.1	SEÑALIZACIÓN Costo Equipo en Vía / Km; Costo Equipo Embarcado / Tren Pasajeros; Costo Equipo Embarcado / Tren Mercancía; y Equipamiento de Pasos a Nivel	Lote	1.00	\$ 1,150,315,789.00	\$ 1,150,315,789.00	6.44%
6.2	RADIOCOMUNICACIONES (GSM-R) Precio Fijo, Precio por KM y RBC (Radio Block Centre)	Lote	1.00	\$ 293,136,842.00	\$ 293,136,842.00	1.64%
6.3	DETECCIÓN AUXILIAR Detector de Caída de Objetos (PSV)	Lote	1.00	\$ 83,368,421.00	\$ 83,368,421.00	0.47%
6.4	SISTEMAS RED DE COMUNICACIONES Infraestructura física Fibra Óptica, Infraestructura física cableado de cobre, Electrónica de Red (Switching Acceso), Electrónica de Red (Switching Distribución) y Electrónica de Red (Switching Core)	Lote	1.00	\$ 27,242,105.00	\$ 27,242,105.00	0.15%
6.5	SISTEMAS DE VIDEOVIGILANCIA Cámaras en Estaciones, Cámaras en Pasos a Nivel, Videograbadores y Equipamiento Centro de Control	Lote	1.00	\$ 19,970,526.00	\$ 19,970,526.00	0.11%
6.6	SISTEMAS DE TELEFONIA Teléfonos IP, Centralita de Telefonía y Equipamiento Centro de Control	Lote	1.00	\$ 1,576,842.00	\$ 1,576,842.00	0.01%
6.7	SISTEMAS DE INTERFONIA Teléfonos IP y Equipamiento Centro de Control	Lote	1.00	\$ 3,894,737.00	\$ 3,894,737.00	0.02%
6.8	SISTEMAS DE SONORIZACIÓN Y VOCEO Altavoces y Lienas de Cableado por Estación; Amplificadores, consolas, codex, etc. por Estación; y Equipamiento Centro de Control.	Lote	1.00	\$ 27,000,000.00	\$ 27,000,000.00	0.15%
6.9	SISTEMAS DE TELEINDICADORES Pantallas por Estación y Equipamiento Centro de Control	Lote	1.00	\$ 6,957,895.00	\$ 6,957,895.00	0.04%
6.10	SISTEMAS DE CONTROL DE ACCESOS Controles de Puertas por Estación, Concentrado por Estación y Equipamiento Centro de Control	Lote	1.00	\$ 6,931,579.00	\$ 6,931,579.00	0.04%
6.11	SISTEMAS DE BOLETAJE Máquinas Expendedoras, Maquinas Validadoras y Equipamiento Centro de Control.	Lote	1.00	\$ 101,842,105.00	\$ 101,842,105.00	0.57%

6.12	SISTEMAS DE GRABACIÓN DE AUDIO Equipamiento Centro de Control	Lote	1.00	\$ 1,526,316.00	\$ 1,526,316.00	0.01%
6.13	SISTEMAS DE GRABACIÓN DE CRONOMETRÍA Equipamiento Centro de Control	Lote	1.00	\$ 1,421,053.00	\$ 1,421,053.00	0.01%
6.14	CENTRO DE CONTROL Y OPERACIONES CPD y Salas de Operaciones; Mando y Control de Estaciones; Mando y Control de Tráfico; Mando y Control de Seguridad; Atención e Información al Pasajero; y Software Integrador	Lote	1.00	\$ 223,400,000.00	\$ 223,400,000.00	1.25%
7	Canalizaciones y Drenaje				\$ 729,500,806.00	4.08%
7.1	CANALIZACION LONGITUDINALES Ducto encofrado a base de tubería conduit de pvc pesado y registro a cada 60.00 m.	lote	1.00	\$ 75,225,806.00	\$ 75,225,806.00	0.42%
7.2	DRENAJE LONGITUDINAL y TRANSVERSAL	lote	1.00	\$ 154,275,000.00	\$ 154,275,000.00	0.86%
7.3	ENERGÍA ELECTRICA	lote	1.00	\$ 500,000,000.00	\$ 500,000,000.00	2.80%
8	Confinamiento de vías				\$ 577,200,000.00	3.23%
8.1	CONFINAMIENTO DE VÍA Barda mixta, de 3.00 m. de altura, a base de murete de concreto reforzado y rejacero.	km	55.50	\$ 10,400,000.00	\$ 577,200,000.00	3.23%
9	Material Rodante				\$ 1,564,588,235.34	8.75%
9.1	MATERIAL RODANTE DMU 2da mano renovado consiste en 2 coches con una propulsión diésel - hidráulica, con un bogie motor y una tracción múltiple de hasta 3 trenes; el motor diésel es un robusto MTU de 4 tiempos, diseñado para un ancho de vía de 1435 mm. con una altura de piso de 1210 mm.; velocidad máxima de 120 km/h; peso en vacío de 42 t; para un aforo para 62 pasajeros sentados y 188 pasajeros de pie, previsión para realizar una actualización del interior para tener una capacidad máxima de 62 pasajeros sentados y 313 pasajeros de pie.	pza	39.00	\$ 40,117,647.06	\$ 1,564,588,235.34	8.75%
10	Otros Costos				\$ 4,124,289,675.18	23.08%

10.1	Por fase de operador sombra, supervisión y certificación, prueba y puesta en marcha	lote	1	\$ 4,124,289,675.18	\$ 4,124,289,675.18	23.08%
Subtotal 1:					\$ 17,784,921,925.77	100.00%

11	Estación Aeropuerto					
11.1	ESTACIÓN DE CONEXIÓN (DEMANDA ALTA) (3,955.00 m2) Áreas de: Acceso, circulaciones, andenes, servicios, operativa, locales técnicos y comercial. Cimentación, estructura metálica, techumbre, albañilerías, acabados, señalización, instalaciones hidráulicas, sanitarias, pluviales, detección y extinción de incendios, eléctricas de baja tensión para alumbrado, contactos y fuerza.	pza	1.00	\$ 68,850,000.00	\$ 68,850,000.00	86.77%
11.2	ESTRUCTURA CUBO + ELEVADORES	pza	2.00	\$ 1,750,000.00	\$ 3,500,000.00	4.41%
11.3	PASARELAS	pza	1.00	\$ 7,000,000.00	\$ 7,000,000.00	8.82%
12	Llegada Aeropuerto				\$ 95,000,000.00	0.53%
12.1	Plataforma, puente ferroviario y vías.	lote	1.00	\$ 95,000,000.00	\$ 95,000,000.00	0.53%
Subtotal 2:					\$ 174,350,000.00	100.00%

No	CAPEX					
	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe	%
A	Derecho de vía				\$ 714,000,000.00	21.77%
A.1	DERECHO DE VÍA Adquisición de terrenos para Talleres, Cocheras y derechos de vía del Tren Suburbano.	m2	210,000.00	\$ 3,400.00	\$ 714,000,000.00	21.77%
B	Obras inducidas				\$ 2,137,500,000.00	65.18%

B.1	PEMEX Retiro y construcción de instalaciones subterráneas.	Lote	1.00	\$ 320,625,000.00	\$ 320,625,000.00	9.78%
B.2	REDES DE ELECTRICIDAD (CFE) Retiro y construcción de instalaciones aéreas, subterráneas, de alumbrado, media y alta tensión.	Lote	1.00	\$ 748,125,000.00	\$ 748,125,000.00	22.81%
B.3	REDES DE AGUA POTABLE (ORGANISMOS OPERADORES) Retiro y construcción de instalaciones subterráneas.	Lote	1.00	\$ 320,625,000.00	\$ 320,625,000.00	9.78%
B.4	REDES DE DRENAJES SANITARIOS Y PLUVIALES (ORGANISMOS OPERADORES) Retiro y construcción de instalaciones subterráneas.	Lote	1.00	\$ 213,750,000.00	\$ 213,750,000.00	6.52%
B.5	REDES DE GAS Retiro y construcción de instalaciones subterráneas.	Lote	1.00	\$ 320,625,000.00	\$ 320,625,000.00	9.78%
B.6	REDES DE FIBRA ÓPTICA (TELMEX, MOVISTAR, ATT, AXTEL, IZZI, ETC.) Retiro y construcción de instalaciones aéreas y subterráneas.	Lote	1.00	\$ 213,750,000.00	\$ 213,750,000.00	6.52%
C	Porcentaje de riesgo				\$ 427,725,000.00	13.04%
C.1	Por incertidumbre en la fase preliminar de planeación, problemas técnicos no contemplados, etc.	Lote	15.00%	\$ 2,851,500,000.00	\$ 427,725,000.00	13.04%
Subtotal 3:					\$ 3,279,225,000.00	100.00%

Gran total (subtotal 1+2+3): **\$ 21,238,496,925.77**