



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA

*“EVALUACIÓN MULTICRITERIO DEL LIBRAMIENTO  
FERROVIARIO DE MONTERREY”*

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN INGENIERÍA

ING. DE SISTEMAS – PLANEACIÓN

P R E S E N T A:

ING. ERNESTO GABRIEL HERNÁNDEZ MONTOYA

DIRIGIDA POR:

DR. GABRIEL DE LAS NIEVES SÁNCHEZ GUERRERO



MÉXICO, D.F. CIUDAD UNIVERSITARIA MARZO 2012



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE: DR. JOSÉ DE JESÚS ACOSTA FLORES  
SECRETARIO: DR. JAVIER SUÁREZ ROCHA  
VOCAL: DR. GABRIEL DE LAS NIEVES SÁNCHEZ GUERRERO  
1<sup>ER</sup> SUPLENTE: M.I. JUAN CARLOS MIRANDA HERNÁNDEZ  
2<sup>DO</sup> SUPLENTE: M.I. JOSÉ DOMINGO FIGUEROA PALACIOS

LUGAR DONDE SE REALIZÓ LA TESIS: MÉXICO, D.F.

### **TUTOR DE TESIS:**

DR. GABRIEL DE LAS NIEVES SÁNCHEZ GUERRERO

---

## AGRADECIMIENTOS

- **A MI PAPÁ Y MI MAMÁ,** QUE SON MIS PRIMEROS MAESTROS.
- **A MIS HERMANOS, MI NOVIA, MI FAMILIA, AMIGOS Y COMPAÑEROS,** QUIENES DE DIVERSAS MANERAS ME HAN APOYADO Y ALENTADO A CUMPLIR CON MIS METAS.
- **AL DR. GABRIEL SÁNCHEZ GUERRERO,** POR SU INVALUABLE APOYO, ORIENTACIÓN Y DIRECCIÓN TANTO EN ESTE TRABAJO, COMO A LO LARGO DE MI ESTANCIA EN EL POSGRADO DE INGENIERÍA.
- **AL M.I. JUAN CARLOS MIRANDA,** POR SU APOYO INCONDICIONAL Y POR BRINDARME TODAS LAS FACILIDADES PARA LLEVAR A CABO EL ESTUDIO DE CASO.
- **A TODOS MIS PROFESORES,** QUE A LO LARGO DE MI LICENCIATURA Y MAESTRÍA HAN INFLUIDO POSITIVAMENTE EN MI FORMACIÓN Y QUE ME HAN HECHO DESCUBRIR LOS TEMAS QUE ME APASIONAN.
- **A MIS COMPAÑEROS DE FERROMEX,** QUE DE ALGUNA MANERA ME HAN APOYADO TANTO MORALMENTE COMO CON LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PARA EL ESTUDIO DE CASO.
- **A LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNAM, MI ALMA MATER,** QUE ME HA BRINDADO LA OPORTUNIDAD DE CONOCER EXCELENTES COMPAÑEROS Y PROFESORES, Y QUE CON BASE EN SUS VALORES HA LOGRADO FORJAR UNA COMUNIDAD DE INGENIEROS QUE CUENTA CON LA CAPACIDAD DE AYUDAR A CONSTRUIR UN PAÍS MEJOR.
- **AL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA,** POR EL APOYO QUE ME BRINDÓ DURANTE MI ESTANCIA EN EL POSGRADO DE INGENIERÍA.

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue utilizar una metodología sistémica de toma de decisiones multicriterio, en este caso PROMETHEE, para la evaluación de financiamiento en obras de infraestructura. La aplicación de la herramienta permite elegir la alternativa preferida según los criterios designados, en este caso establecidos por el evaluador. El caso que se evaluó en este trabajo es el del Libramiento Ferroviario de Monterrey; se comenzó con la evaluación financiera del estudio Costo – Beneficio derivado de su construcción, la cual arrojó resultados negativos de acuerdo con los indicadores financieros, asumiendo que la inversión la realice en su totalidad la empresa concesionada para la operación del ferrocarril, Ferromex; partiendo de lo anterior se propusieron tres distintas alternativas de financiamiento, las cuales consideraban mezclas de inversión pública a fondo perdido, inversión de entidades bancarias de desarrollo e inversión privada; para su evaluación se establecieron siete criterios, cuyos valores fueron estimados por el evaluador, con los cuales se alimenta la herramienta PROMETHEE y se obtuvo una alternativa preferida, la cual arrojó resultados favorables en cuanto a rentabilidad para este proyecto.

El trabajo contiene seis capítulos: el primero describe brevemente antecedentes del sistema ferroviario en México y la legislación vigente; el segundo el marco teórico con el que se trabaja; el tercero analiza instancias de financiamiento; el cuarto las metodologías utilizadas para determinar la viabilidad del proyecto; el quinto es la presentación del estudio de caso; y finalmente en el sexto se presentan las conclusiones.

## ABSTRACT

The objective of the present work was to use a systemic multicriteria decision – making methodology, in this case PROMETHEE, for the evaluation of financing schemes for infrastructure investments. The application of this tool allows the choosing of a preferred alternative among others, according to the criteria defined by the evaluator. The case which was evaluated in this work is the Monterrey’s Railway By-Pass; it began with the financial evaluation of the Cost – Benefit study derived from its construction, and which gave negative financial results for the owning railroad company, Ferromex; in extent it proceeded to the proposal of three different financing alternatives, which involved a mix of public investment, private capital and development banking entities loans; for its evaluation, seven criteria were established, their values appraised by the evaluator, that fed the PROMETHEE tool, reaching a preferred alternative among them that throws positive results for the project.

This work contains six chapters: the first describes the railroad background in Mexico and an overview of the current legislation on it; the second the theory on which this work is based; the third analyses the financing entities; the fourth describes the methodologies utilized to determine if the project is viable; the fifth presents the case; and finally the sixth exposes the conclusions to this work.

**PALABRAS CLAVE:** *PROMETHEE, multicriterio, ferrocarril, evaluación, infraestructura, inversión.*

## CONTENIDO

---

Prefacio .....	7
Introducción y Objetivos .....	8
1 Marco Contextual.....	11
1.1 Infraestructura Ferroviaria.....	11
1.1.1 Antecedentes .....	11
1.1.2 Elementos básicos de la Infraestructura Ferroviaria.....	11
1.1.3 El ferrocarril en México .....	16
1.1.3.1 Concesiones.....	18
1.2 Marco Legal.....	22
1.2.1 Leyes y Reglamentos .....	22
1.2.2 Otras Referencias .....	25
1.3 Problemática .....	30
2 Antecedentes Conceptuales.....	31
2.1 El Enfoque de Sistemas .....	31
2.2 Planeación .....	35
2.3 Evaluación .....	41
3 Esquemas de Financiamiento e Inversión.....	46
3.1 Financiamiento de Infraestructura Ferroviaria en el Extranjero.....	47
3.2 Esquemas de Financiamiento Público – Privado.....	48
3.3 Inversión Pública .....	49
3.3.1 Instancias de Financiamiento.....	49
3.3.1.1 Banco Mundial .....	49
3.3.1.2 Banco Interamericano de Desarrollo .....	50
3.3.1.3 Fondo Nacional de Infraestructura .....	51
3.3.1.4 Nacional Financiera .....	53
4 Metodologías para la Determinación de la Viabilidad.....	55
4.1 Evaluación Financiera.....	55
4.1.1 Principales Indicadores de la Rentabilidad.....	55
4.1.1.1 Valor Presente Neto .....	55
4.1.1.2 La Tasa de Descuento.....	56
4.1.1.3 Tasa Interna de Retorno.....	57
4.1.1.4 Período de Recuperación .....	58
4.1.2 Evaluación Costo – Beneficio .....	58

4.2	Procedimiento para la evaluación y selección de proyectos .....	59
4.2.1	Análisis Multicriterio .....	60
4.2.1.1	Método PROMETHEE .....	61
5	Evaluación del Caso: Libramiento Monterrey .....	64
5.1	Introducción a la problemática de transporte en Monterrey .....	64
5.2	Visión Sistémica de la problemática.....	65
5.2.1	Contextualización del caso dentro del entorno económico .....	65
5.3	Contextualización Sistémica del Caso de Estudio .....	71
5.4	Análisis y Evaluación Costo – Beneficio de la construcción del Libramiento .....	76
5.5	Definición de alternativas de financiamiento .....	78
5.6	Selección de Criterios.....	80
5.7	Análisis Multicriterio – PROMETHEE .....	81
6	Conclusiones.....	84
	Anexo 1: Normatividad del Servicio de Transporte Ferroviario y Multimodal .....	86
	Anexo 2: Memoria de Cálculo de la Evaluación Costo - Beneficio .....	90
	Anexo 3: Memoria de Cálculo del Análisis Multicriterio.....	103
	Bibliografía .....	106
	Libros y Papers .....	106
	Portales electrónicos, leyes, reglamentos y programas .....	107
	Relación de Ilustraciones.....	108
	Relación de Tablas.....	109

## PREFACIO

---

A partir de que la política gubernamental comenzó a privatizar, concesionar, o enajenar bienes de la nación a empresas privadas para que éstas ejercieran los servicios, dieran mantenimiento o construyeran obras a cambio de beneficios económicos, ha existido la problemática de cuánto es justo que estas empresas obtengan de rentabilidad, bajo qué reglas deben conducirse, qué niveles de inversión deben aportar, qué estándares de calidad de los servicios deben proporcionar, etc.

A finales de los noventa, Ferrocarriles Nacionales fue dividido en paquetes y concesionado a distintos grupos de empresas privadas; concesiones por 50 años donde las empresas se comprometían a invertir en la expansión y mantenimiento de las vías, además de proporcionar el servicio de transporte de carga a los clientes físicamente conectados a la red así como al público en general.

Uno de los principales problemas del ferrocarril es, que siendo uno de los principales motores de las economías, atrae a las industrias a sus linderos, y posteriormente a las poblaciones, por lo que a través del tiempo se le encuentra incrustado en zonas urbanas, haciendo la convivencia de este medio bastante conflictiva con la sociedad.

El caso particular que trata esta tesis se localiza en la ciudad de Monterrey, ciudad en donde Ferrocarril Mexicano (Ferromex) entra a territorios del concesionario Kansas City Southern de México (KCSM) por lo que la convivencia entre ambos, así como con la ciudad es caótica. Para mitigar estos impactos, desde época de Ferrocarriles Nacionales existía un proyecto de construir un libramiento ferroviaria que circundara la ciudad por el noreste, de manera que se redujera el tránsito de trenes a través de la ciudad, sin embargo el proyecto, el cual Ferromex tiene derecho más no la obligación de construir, no arroja el suficiente potencial económico para el concesionario como para invertir la totalidad del capital necesario en él. El Estado por su parte, considera la construcción del libramiento como una estrategia primordial en la rama de Transportes.

El objetivo de este trabajo es valorar los beneficios operativos que se obtendrían con la construcción del libramiento y, en caso de ser necesario, analizar distintas alternativas de financiamiento, involucrando a Ferromex, al Estado y a distintas instancias de financiamiento que otorguen capital para este tipo de proyectos. Posteriormente se jerarquizarán los distintos criterios de estos actores y por medio de una evaluación multicriterio se elegirá la mejor alternativa. El trabajo no incluye la cuantificación de beneficios ambientales, sociales y económicos secundarios. Los pesos para los índices de preferencia en la evaluación multicriterio fueron estimados de acuerdo a como se explica en las conclusiones del trabajo.



## INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

---

La evaluación de proyectos es una actividad vital para todo inversionista. Desde el punto de vista del inversionista privado evaluar es una cuestión relativamente sencilla: si los ingresos de un proyecto superan sus costos es ya por definición un proyecto viable, e incluso cuando se consideran otros aspectos como el valor del dinero en el tiempo o las sinergias que pueda tener un proyecto con las condiciones actuales del interesado, la decisión es simple porque es cuestión financiera. Sin embargo cuando el proyecto en cuestión es de dimensiones tan grandes que impacta la vida de la sociedad en forma crítica, la rentabilidad financiera deja de ser el principal criterio de selección, no importando si se trata de inversionistas privados, el Estado o ambos. Para los casos anteriores es necesario contar con alguna forma de valorar dichos impactos, que pueden ser además de financieros, ambientales, sociales, políticos, económicos, etc.

Las obras de infraestructura, por sus características, tienden a ser de este tipo de proyectos. Su magnitud es tal que afectan tanto positiva como negativamente el entorno donde se construyen. A lo largo de la historia, el desarrollo y control de este tipo de proyectos (camino, puentes, presas, etc.) ha corrido a cargo del Estado, sin embargo a partir de la implementación de nuevas políticas económicas, se ha intentado transferir estos derechos a inversionistas privados, siempre supervisados por el Estado, en lo que se conoce actualmente como *concesiones*. Según el Diccionario de la Real Academia Española, *concesión*, en este contexto, significa “Negocio jurídico por el cual la Administración cede a una persona facultades de uso privativo de una pertenencia del dominio público o la gestión de un servicio público en plazo determinado bajo ciertas condiciones.”. Esa facultad de uso obviamente refleja el beneficio de explotar un bien o proporcionar un servicio para obtener algún tipo de beneficio económico, siendo éste el principal aliciente de los inversionistas privados en construcción, operación y mantenimiento de obras de infraestructura. Como podemos ver, por un lado los inversionistas privados participarán únicamente si dicha inversión, a pesar de las restricciones impuestas por el Estado, es rentable financieramente y por otro lado el Estado debe considerar los impactos que dicha obra tendrá en su medio contextual para dar el visto bueno a cualquier obra de infraestructura.

Existen muchas discusiones acerca de los impactos de las obras de infraestructura en la economía de los países. En el caso del ferrocarril, hay quienes aseguran, que su infraestructura es un motor que impulsa la economía de cualquier país. Un concepto importante para explicar lo anterior es la *densidad económica*<sup>1</sup>; aquellos bienes con alta densidad económica son propensos a abarcar más mercados, ya que su valor resiste costos de transporte altos, mientras que aquellos con baja densidad tienen muy poco margen de maniobra y por lo tanto menor posibilidad de impactar mercados lejanos. El ferrocarril ayuda a incrementar la densidad económica de los bienes, ya que la relación peso/distancia se incrementa razonablemente, debido a que el transporte ferroviario tiene mayor capacidad puntual de carga que el carretero, además de las economías de escala que permiten mover un gran número de carros en un solo tren, contra el transporte terrestre que no tiene esa capacidad de escalarse.

---

<sup>1</sup> Densidad económica se entiende como la relación que guardan precio/peso/distancia.

Guía para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión, Capítulo 1: Estudio de Mercado; Nacional Financiera.

Por otra parte, citando a Sandra Kuntz Ficker<sup>2</sup>, “La suma de innovaciones técnicas y la utilización de fuentes energéticas necesarias para poner en marcha el transporte ferroviario, la vasta y diversa red de vinculaciones con otras industrias que éste demandaba, el dramático abaratamiento de los costos del transporte terrestre, aunado a la flexibilidad en la rutas y su disponibilidad durante todo el año, son elementos que dieron de inmediato a los ferrocarriles el atributo de una innovación revolucionaria que rompía con los parámetros anteriores y abría paso a una nueva era del desarrollo económico.”, podemos entender el impacto positivo que el ferrocarril puede tener en la economía de una nación. Este impacto repercute en un sinnúmero de áreas económicas, desde los trabajos que requieren el tendido y mantenimiento de vías y edificios que requieren de la participación de la industria de la construcción, el consumo de energía de diversos tipos que incluyen al sector minero, petrolero y de energía eléctrica; hasta las que derivan de su funcionamiento que lo ubican dentro del sector transporte. Nos podemos referir a estas relaciones como eslabonamientos hacia atrás y hacia adelante respectivamente<sup>3</sup>.

Existen muchas formas de valorar los impactos mencionados anteriormente, algunos enfoques denominados *de dispensabilidad* sugieren que se puede obtener el ahorro social como porcentaje del PIB planteando una situación dónde el proyecto no exista, en este caso el ferrocarril, y donde se utilice alguna alternativa de transporte, sin embargo, éste valor está sujeto a las condiciones económicas y de infraestructura en el momento en que se implementa el proyecto, de manera que su potencia como motor de la economía depende de las *coyunturas dinámicas*<sup>4</sup> del país o región donde se implemente.

Si bien en los países desarrollados como Estados Unidos, los países europeos y Japón, las redes ferroviarias representaron un impulsor económico de magnitudes nunca antes vistas, a pesar de que los ahorros sociales no lo reflejaban así<sup>5</sup>, su maduración requirió de casi medio siglo; en el caso mexicano, el retraso de la incursión al desarrollo ferroviario fue causado por el inestable ambiente político e institucional que no podía asegurar las inversiones extranjeras en el país, además de la baja rentabilidad por falta de necesidades de transporte industrial a gran escala y principalmente porque no se le consideraba indispensable en este contexto nacional.

Autores como Coatsworth<sup>6</sup> mencionan que a pesar de que casi el 25% de los beneficios de la instalación y explotación de la infraestructura ferroviaria por parte de las compañías extranjeras se perdían en dividendos y salida de capital, y que muchos beneficios no se utilizaban para promover industrias compatibles con la modernización, sino más bien en exportaciones del sector primario; los beneficios fueron cuantiosos, por ejemplo: las dos vías troncales más largas del país atravesaban 17 estados y centros agrícolas, mineros e industriales, surgimiento de nuevas ciudades, el proliferamiento de líneas pequeñas que se encargaban del comercio interno principalmente de productos mineros como insumos del sector metalúrgico y de construcción, el mayor alcance y densidad de flujos comerciales, menores costos, etc.

---

<sup>2</sup> Kuntz Ficker, Sandra; Connolly, Priscila; Ferrocarriles y Obras Públicas; Lecturas de Historia Económica Mexicana; Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora; 1° Ed.; 1999; pág. 10

<sup>3</sup> Ibid. pág.11

<sup>4</sup> Término utilizado por Carlos Matus en “Estrategia y Plan”, se referirá más en el capítulo 2.

<sup>5</sup> Ese enfoque no contempla la sinergia con otros sectores ni la propulsión del desarrollo de nuevas industrias.

<sup>6</sup> Ibidem. pág. 27

El propósito de este trabajo será realizar una evaluación sistémica de la construcción del libramiento ferroviario de Monterrey, partiendo de la identificación de costos y beneficios derivados de éste, para su posterior evaluación y análisis de alternativas de financiamiento, tomando en cuenta distintos criterios para seleccionar la alternativa más adecuada.

En el primer capítulo se caracterizará la situación actual del sistema ferroviario y se definirá la problemática, al dar un vistazo a los antecedentes de éste en el país, la normatividad a la que se encuentra sujeto y su constitución, para introducir las bases técnicas y contextuales necesarias para el estudio de caso de este trabajo, el Libramiento Ferroviario de Monterrey.

En el segundo capítulo se definirá el marco teórico correspondiente a este trabajo partiendo de un enfoque generalista de sistemas y derivando en la planeación como metodología y finalmente en la evaluación como herramienta para la formulación de criterios y la ayuda en la toma de decisiones, para establecer los fundamentos básicos que dictarán el desarrollo de este trabajo.

En el tercer capítulo se dará una introducción a los esquemas de financiamiento e inversión existentes, para después caracterizar las principales instancias de financiamiento en y para el país

En el cuarto capítulo se revisarán las metodologías de evaluación a emplear para abordar el caso desde un punto de vista sistémico, de manera que se consideren la mayor gama de enfoques involucrados en el impacto que genera la implementación de una obra de infraestructura ferroviaria en el medio económico de una región.

El quinto capítulo se enfocará en la evaluación sistémica del Libramiento de Monterrey mediante el análisis multicriterio que considerará indicadores financieros de rentabilidad y posteriormente criterios de maximización y minimización de éstos, para, de esta manera integrar el mayor número de puntos de vista posibles al elegir una alternativa de financiamiento para este proyecto.

# 1 MARCO CONTEXTUAL

---

## 1.1 INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA

---

### 1.1.1 ANTECEDENTES

---

Una de las necesidades básicas de la sociedad siempre ha sido el transporte propio o de bienes. A través de diferentes épocas, el modo de transporte terrestre ha ido cambiando, desde la utilización de animales hasta el uso de máquinas impulsadas por los mismos como las carretas. Fue a partir de la Revolución Industrial (S.XVIII – XIX) cuando todos los procesos de manufactura se empezaron a mecanizar y automatizar, que el transporte terrestre sufrió grandes cambios que aceleraron tanto la velocidad de transportación, como el volumen de carga posible de transportar; nos referimos al ferrocarril y a su utilización como medio principal de transporte de carga y pasajeros; gracias a su generalización diversos sectores económicos dispusieron de un sistema de transporte poco influido por las condiciones meteorológicas y más económico.

Según la Enciclopedia Britannica<sup>7</sup> el ferrocarril es un sistema de transporte sobre un camino de carriles o rieles constituido por vehículos que se desplazan independientemente o formando una sucesión de vagones que son arrastrados por medio de tracción que suele ser una locomotora. Su aparición se relaciona con el ingeniero inglés Richard Trevithick y posteriormente con el mecánico de la misma nacionalidad George Stephenson quién construyó la primera locomotora de vapor con ruedas unidas por medio de cadenas para hacer que todos los ejes participaran en la tracción; también construyó la primera línea ferroviaria a gran escala, inaugurada el 15 de septiembre de 1830, que unía el puerto de Liverpool y Manchester.

A lo largo de todo el siglo XIX y principios del XX, todos los países industrializados instalaron redes ferroviarias de grandes dimensiones; para 1914 Estados Unidos contaba con 415,000 km de vías férreas, Rusia contaba con las líneas más prolongadas que alcanzaban hasta 9,313 km (Mar Caspio – Mar Negro) e incluso la India en 1910 ya tenía una extensión de 51,000 km.

### 1.1.2 ELEMENTOS BÁSICOS DE LA INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA

---

Este subcapítulo explica a grandes rasgos los elementos principales de la infraestructura ferroviaria, con el propósito de definir conceptos que se utilizarán en capítulos posteriores cuando se entre en materia de evaluación, para lo cual será necesario hablar en términos técnicos en lo que a cuantificación y definición de precios unitarios se refiere.

Línea férrea: compuesta de rieles constituidos por dos guías de acero colocadas sobre durmientes que a su vez se asientan sobre un lecho de basalto. Los rieles constituyen la superficie de rodamiento del equipo móvil, al espacio entre ambos rieles se le denomina escantillón; los durmientes que tradicionalmente eran de madera ahora se fabrican de concreto armado postensado. Los rieles y durmientes forman la superestructura de la vía y transmiten la carga que reciben del equipo rodante a la parte inferior. La sección está compuesta por: balasto, sub – balasto, capa subrasante y cuerpo del terraplén.

---

<sup>7</sup> Enciclopedia Brittanica; Macropedia; Tomo 6; "Ferrocarril"; págs. 241 – 243.

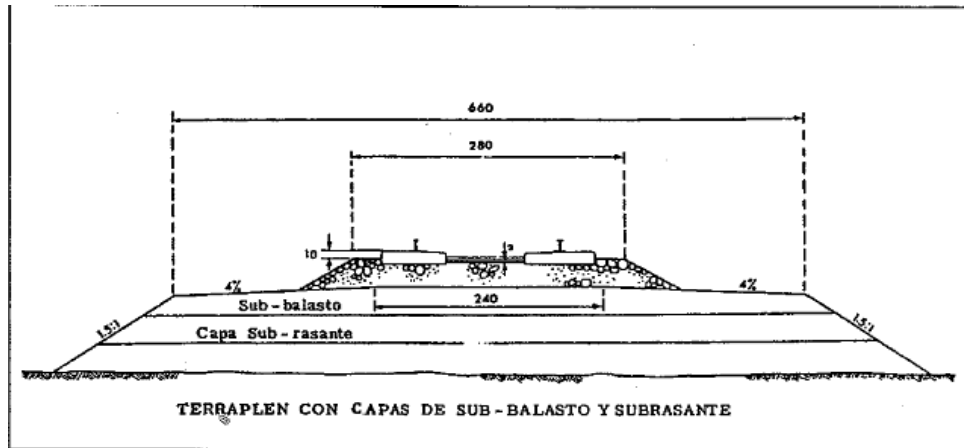


ILUSTRACIÓN 1: SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA VÍA

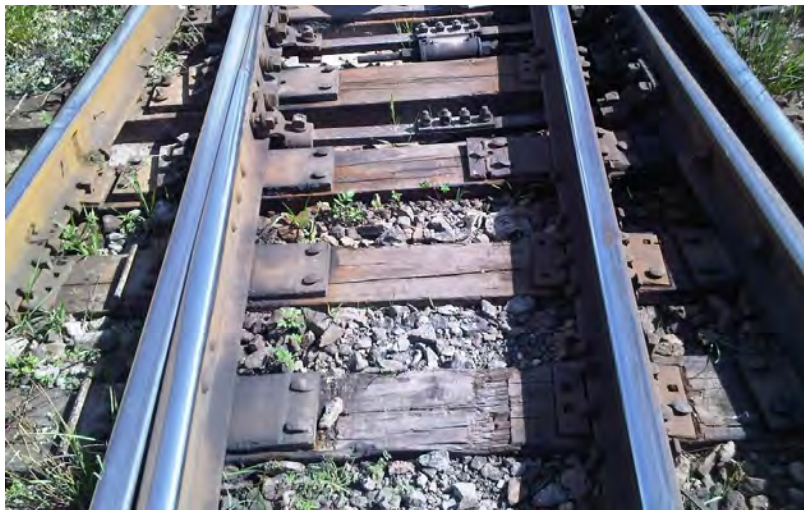


ILUSTRACIÓN 2: VISTA SUPERIOR DE AMBOS RIELES SOBRE DURMIENTES DE MADERA

Los siguientes conceptos están definidos de acuerdo con el Reglamento del Servicio Ferroviario<sup>8</sup>

Arrastre: movimiento del equipo de arrastre que efectúa un concesionario a solicitud de un tercero.

Centros de control de tráfico: instalaciones en las que se efectúa el despacho de trenes que rige su movimiento sobre tramos definidos.

Equipo de arrastre: vehículo ferroviario para transporte de personas o carga que no cuenta con tracción propia. Este tipo de equipo se clasifica según su uso y principalmente son: furgones, carros estándares con puertas laterales; tolvas, carros que se utilizan principalmente para transporte de carga a granel y cuentan con tolvas en la parte inferior para facilitar su descarga; carrotanque, son aquellos que sirven para transportar carga líquida o residuos peligrosos; plataformas, sirven para transportar contenedores y pueden ser sencillas, triples o quintuples; góndolas, son carros generalmente abiertos y sirven para el transporte de minerales, acero, etc.

<sup>8</sup> <http://www.anfq.org.mx/setiq/Reglamentos/TT-RSF-V.pdf>



ILUSTRACIÓN 3: FOTOGRAFÍA DE UNA TOLVA CEMENTERA

Equipo de trabajo: vehículo ferroviario que se utiliza para trabajos de construcción, conservación y mantenimiento en las vías férreas o en maniobras de salvamento.

Equipo tractivo: vehículo ferroviario autopropulsado que se utiliza en vías férreas para el movimiento de equipo ferroviario.



ILUSTRACIÓN 4: LOCOMOTORA DE FERROMEX DE 4,400 HP

Patio: es un conjunto de vías en el cual se hacen las maniobras necesarias de recepción de trenes, clasificación y loteo de carros, así como salida de trenes desde centros de control.



ILUSTRACIÓN 5: PATIO DE CLASIFICACIÓN PARA LOTEEO DE CARROS EN LA TERMINAL DEL VALLE DE MÉXICO

Espuela: Las espuelas son finales de vías pertenecientes a empresas privadas y en las cuales reciben carros cargados y vacíos para llevar a cabo sus procesos productivos. Se conectan necesariamente a ramales y/o vías principales para poder recibir el servicio. También pueden ser vías para reparación de carros o vías para el público.

Escape o ladero: vía férrea auxiliar conectada por ambos extremos para permitir el encuentro de trenes, realizar maniobras o para almacenar equipo ferroviario.

Ramal o vía corta: vía general de comunicación ferroviaria alimentadora o de enlace entre vías troncales.

Vía troncal: vía general de comunicación ferroviaria entre los principales puntos generadores o receptores de carga de pasajeros.

Ruta: trayecto determinado por el que transita un tren entre su punto de origen y de destino.

Derecho de Vía: la franja de terreno que se requiere para la construcción, conservación, ampliación, protección y en general para el uso adecuado de una vía general de comunicación ferroviaria, cuyas dimensiones son fijadas por una entidad reguladora.

Derecho de Paso: permiso a través del cual una empresa concesionaria otorga la posibilidad de pasar por las vías que opera a una locomotora o carro particular o de otro concesionario.

Pasos a nivel: es la intersección de una vía de tránsito carretero al mismo nivel que la vía de ferrocarril. Existe siempre la prioridad de paso del tren sobre los automóviles, por lo que las vías cuentan con barreras o plumas que impiden el cruce de otros vehículos al momento que está circulando el tren.



ILUSTRACIÓN 6: PASO A NIVEL CON SEÑALAMIENTO Y PLUMA.

[HTTP://ES.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/PASO\\_A\\_NIVEL](http://es.wikipedia.org/wiki/paso_a_nivel)

Pasos a desnivel: consisten en elevar mediante un puente o hundir mediante un túnel cualquiera de las dos vías que se intercepta, con el fin de asegurar un flujo continuo en ambos modos de transporte y principalmente evitando posibles colisiones.



ILUSTRACIÓN 7: PASO A DESNIVEL EN TORREÓN. INTERSECCIÓN ENTRE AVENIDA Y LA LÍNEA A.

FUENTE: [HTTP://DGTFM.SCT.GOB.MX/UPLOADS/MEDIA/CUAUHTEMOC\\_TORREON\\_01.PDF](http://dgtfm.sct.gob.mx/uploads/media/cuauhquemoc_torreon_01.pdf)

Otra alternativa que se puede tomar para evitar el paso de vías férreas a través de zonas urbanas es la construcción de libramientos ferroviarios.





ILUSTRACIÓN 8: LIBRAMIENTO FERROVIARIO FORTÍN – AMATLÁN EN VERACRUZ

FUENTE: EL SOL DE CÓRDOBA; [HTTP://WWW.OEM.COM.MX/ELSOLDECORDOBA/NOTAS/N1161786.HTM](http://www.oem.com.mx/elsoldecordoba/notas/N1161786.HTM)

---

### 1.1.3 EL FERROCARRIL EN MÉXICO<sup>9</sup>

---

El desarrollo del sistema ferroviario en México fue impulsado fervientemente durante el porfiriato; comenzó como una política estatal independiente, donde cada estado dentro de su soberanía, impulsaba el desarrollo de dicho sistema, sin embargo, fuera de la línea que conectaba México – Puebla – Veracruz<sup>10</sup>, conocida como *Ferrocarril Mexicano*, todos los esfuerzos se resumían en líneas locales pequeñas que no constituían un sistema integral y que alcanzaban apenas 250 km de extensión hasta antes de 1880. Debido a lo anterior hubo un cambio radical en la política de desarrollo de infraestructura ferroviaria, promoviendo la inversión extranjera y otorgando contratos verdaderamente ventajosos para los inversionistas, cuyas características se especificarán más adelante.

Dichos contratos dieron a dos empresas extranjeras el control de las dos principales vías troncales del país que conectaban el centro con la frontera con Estados Unidos y el Golfo, y que posteriormente se extendieron hacia el Pacífico. La primera, *Ferrocarril Central Mexicano*, controlaba la línea México – Cd. Juárez, la cual tuvo extensiones hacia Tampico y hacia Guadalajara, lo cual la hacía una línea muy versátil, además de que para 1902 incorporó al *Ferrocarril del Golfo*, línea que conectaba a Monterrey donde estaba la planta siderúrgica más grande de Latinoamérica en ese entonces; para 1907 que se “mexicanizó” el sistema ferroviario, esta compañía contaba con casi un cuarto de la extensión de líneas ferroviarias en el país (5,500 km aproximadamente). La otra compañía era *Compañía Constructora Nacional Mexicana* que contaba con la línea México – Laredo y que después tendió extensiones hacia Michoacán y Tamaulipas y que también a principios del siglo XX incorporó las líneas *Internacional*, que se extendía hacia Aguascalientes, y la *Interoceánica*, que era una línea paralela de México a Veracruz para totalizar una extensión de aproximadamente 4,300 km para 1907. Se mencionó también que

---

<sup>9</sup> Kuntz Ficker, Sandra; Connolly, Priscila; *Ferrocarriles y Obras Públicas; Lecturas de Historia Económica Mexicana*; Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora; 1° Ed.; 1999; pág. 105 – 137

Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario.

<sup>10</sup> Línea tendida y operada por una compañía inglesa y la cuál se finalizó en 1873.

hubo una gran cantidad de líneas locales que conectaban regiones importantes principalmente agrícolas (Hidalgo, Puebla y Yucatán) al sistema ferroviario, operadas por compañías pequeñas de empresarios que buscaban principalmente abaratar el transporte de sus productos.

Para 1907 la totalidad de extensión de vías ferroviarias ascendía a 17,510 km, de los cuales 10,626 eran operados por las grandes empresas extranjeras, mientras que la extensión restante estaba integrada por las pequeñas líneas locales que convergían en las líneas troncales.

A pesar de los beneficios económicos que trajo el ferrocarril al país, al permitir la especialización de las regiones y de reacomodar los centros de producción de acuerdo al tendido de las vías troncales, también hubo un alto costo que pagó la nación, debido principalmente a las ventajas que el Estado otorgó en un inicio a los inversionistas extranjeros, dichas ventajas fueron las siguientes principalmente:

- El Estado facilitaba subsidios en efectivo de hasta el 50% del costo de las obras a los inversionistas, esto para hacer rentable su inversión debido a que en un inicio la demanda de transporte en el país, sin regiones industriales y agrícolas desarrolladas, no era suficiente para mitigar los costos y obtener una rentabilidad. Al paso de algún tiempo, este tipo de subsidios cesó con la excepción de las grandes compañías que controlaban las líneas troncales.
- Los contratos estipulaban la importación de materia prima para la construcción y operación de las obras ferroviarias hasta por 15 años, debido a que la industria mexicana en un inicio no era capaz de abastecer dichos insumos en la cantidad requerida, por lo que este tipo de eslabonamiento hacia atrás no propició el desarrollo de una industria interna como en otros países.
- Además del subsidio en efectivo, los contratos autorizaban a las compañías a emitir bonos y acciones hasta por el costo total de las obras, por lo que había una sobrecapitalización que no se invertía en su totalidad en el país.
- Las tarifas no estaban reguladas por el gobierno.

Además de los puntos anteriores, algo que también caracterizó el desarrollo fue que el transporte ferroviario se enfocó en la conexión de sectores y propició el intercambio interno, y con excepción de Veracruz y tal vez Tampico, no se utilizaba para la búsqueda de mercado externo a través de exportaciones.

El ferrocarril en esta época fue un factor poderoso de transición al capitalismo, ya que incentivó la producción de mercado, fomentó la especialización regional al conectar áreas y facilitar el tráfico de diferentes productos, provocó la formación de capital en el comercio y elevó la rentabilidad a largo plazo de la inversión productiva.

Sin embargo, el nacionalismo creciente a principio del siglo XX, obligó al Estado a poner bajo control nacional la administración de todos los ferrocarriles del país a través de un plan elaborado por el entonces secretario de Hacienda, José Yves Limantour, de manera que el 6 de julio de 1907 nació la empresa paraestatal *Ferrocarriles Nacionales Mexicanos* (FNM) y cinco empresas regionales que siguieron operando bajo el control extranjero. Debido a la Revolución el sistema ferroviario sufrió un deterioro y eventualmente fue privatizado por el presidente Lázaro Cárdenas. En 1987 el gobierno fusionó FNM con las cinco empresas regionales.

El descuido durante casi todo el siglo XX del sistema ferroviario y el desarrollo de alternativas de transporte como lo fue la red carretera nacional y el transporte marítimo, puso en dificultades financieras a la paraestatal, que únicamente desarrollaba tareas administrativas y operativas, de manera que en 1996 el gobierno de Ernesto Zedillo decidió concesionar la red ferroviaria, dividiéndola en cuatro redes. En el siguiente subcapítulo se describe a detalle la nueva organización ferroviaria a través del control de los concesionarios.

### 1.1.3.1 CONCESIONES

A partir de la decisión de privatización del sistema ferroviario en 1996, el gobierno lo dividió en cuatro sistemas regionales para posteriormente vender las sociedades concesionarias de cada sistema resultantes, a través de licitaciones públicas.

En 1996, *Kansas City Southern* (KCS) y *Transportación Marítima Mexicana* (TMM) adquirió la concesión del Ferrocarril del Noreste bajo el nombre de *Transportación Ferroviaria Mexicana* (TFM). En 2005 se forma *Kansas City Southern de México* (KCSM) cuando KCS compra la totalidad de acciones de TMM y se convierte en una empresa subsidiaria de KCS. El sistema de vías une la Ciudad de México con Monterrey, el puerto de Lázaro Cárdenas en el Pacífico y el cruce fronterizo de Laredo, Texas. Sus líneas se muestran a continuación:



ILUSTRACIÓN 9: SISTEMA DE VÍAS CONCESIONADAS A KCSM

En 1997, *Union Pacific* (UP), *Grupo México* (GM) e *ICA*, a través de una compañía tenedora, *Grupo Ferroviario Mexicano* (GFM) adquirió la concesión del Ferrocarril de Noroeste, el cual incluye principalmente la Vía General de Comunicación Ferroviaria Pacífico – Norte, la vía corta Ojinaga – Topolobampo (servicio de transporte de pasajeros) y la Vía General de Comunicación Ferroviaria Nacozari. El sistema conecta las ciudades de México, Guadalajara, Monterrey, y otras ciudades importantes, así como los puertos de Manzanillo, Mazatlán, Topolobampo y Guaymas en el Pacífico y Altamira y Tampico, mediante derecho de paso, en el Golfo, además de establecer conexiones con el sistema ferroviario norteamericano en varios cruces fronterizos. El porcentaje

de participación en GFM era del 74% de GM, 13% de UP y 13% de ICA, la última vendiendo sus acciones a UP en 1999, quedando dos accionistas.

Ferrocarril Mexicano actualmente opera cinco divisiones:

- División Centro México: que va desde la Ciudad de México utilizando el derecho de paso de Ferrovial por Huehuetoca, hacia Irapuato (Guanajuato) por Querétaro y prolongándose hasta Torreón (Coahuila).
- División Chihuahua: une la ciudad central de la división, Chihuahua, al suroeste con el puerto en Topolobampo (Sinaloa), al sureste con Torreón (Coahuila), al norte con Cd. Juárez (Chihuahua) y al noreste con Ojinaga (Chihuahua); las últimas dos colindan con la frontera con Estados Unidos.
- División Guadalajara: conecta Guadalajara al sur con el puerto de Manzanillo (Colima), al este con Irapuato (Guanajuato) y al noroeste con la ciudad de Tepic (Nayarit). Esta última prolonga sus líneas hasta el puerto de Mazatlán (Sinaloa).
- División Hermosillo: las líneas de esta división corren desde Mazatlán (Sinaloa) hacia el puerto de Guaymas y de ahí hacia Hermosillo (Sonora). Las líneas continúan hacia el norte y bifurcan en B. Hill, yendo hacia Nogales (Sonora) en la frontera al norte y hacia el noroeste a Mexicali (Baja California Norte).
- División Monterrey: esta división conecta la ciudad de Torreón (Coahuila) con Monterrey (Nuevo León) a través de derecho de paso de KCSM, así como ésta última con Piedras Negras (Coahuila) en la frontera norte y con los puertos del Altamira y Tampico (Tamaulipas) al este.

El Centro de Control Operativo (CCO), radica en la ciudad de Guadalajara y desde éste se toman las decisiones operativas estratégicas a nivel nacional, mientras que las divisiones tienen un control táctico que reportan al CCO diariamente.

La siguiente figura<sup>11</sup> muestra el sistema integrado por las cinco divisiones mencionadas anteriormente:

---

<sup>11</sup> Cabe señalar que la conexión más corta desde Monterrey y Piedras Negras con la capital del país es por medio de un derecho de paso muy extenso con KCSM (mostrado en la línea punteada).



ILUSTRACIÓN 10: SISTEMA DE VÍAS CONCESIONADO A FERROMEX

En 1998, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes otorgó a Ferrocarril del Sureste S.A. de C.V. título de concesión para operar y explotar la vía general de comunicación ferroviaria del sureste. La sociedad Vías Concesionadas S.A. de C.V. cambia de denominación por Ferrosur S.A. de C.V. En el 2000, se hizo constar la fusión de Ferrocarril del Sureste S.A. de C.V., y Ferrosur S.A. de C.V., en la que se acordó que a la última se subrogara en todos los derechos y obligaciones de los que era titular Ferrocarril del Sureste.

La empresa cuenta con dos divisiones:

- División Mexicano: que conecta Orizaba (Veracruz) con otras ciudades importantes como Puebla (Puebla) y Pachuca (Hidalgo), hasta llegar a la Ciudad de México vía el derecho de paso de Huehuetoca por Ferrovialle.
- División Sureste: conecta los puertos de Veracruz, Coatzacoalcos (Veracruz) y Salina Cruz (Oaxaca, vía el Ferrocarril del Sur), con la ciudad de Orizaba (Veracruz).

En la siguiente figura se muestran las líneas concesionadas que integran las dos divisiones de esta empresa:

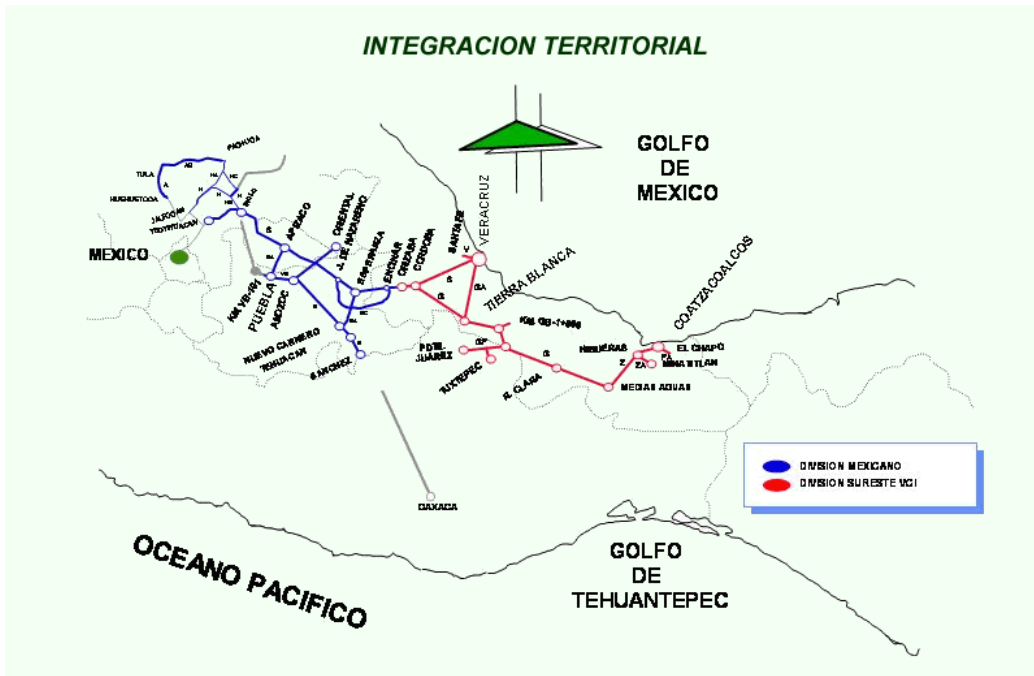


ILUSTRACIÓN 11: SISTEMA DE VÍAS CONCESIONADAS A FERROSUR

En 1998 también, fue creada la empresa Ferrocarril y Terminal del Valle de México (Ferrovalle) tras el proceso de concesión del sistema ferroviario, y la cual es propiedad de las tres empresas concesionarias anteriores. Sus principales servicios son la reordenación del tráfico que converge en la capital del país por parte de las tres empresas concesionarias a través de su principal patio de clasificación ubicado en el Valle de México y al sur de Tlanepantla.



ILUSTRACIÓN 12: SISTEMA CONCESIONADO A FTVM

Otra concesión de menor dimensión es Línea Ferroviaria Coahuila – Durango S.A. de C.V. (LFCD), la cual está conformada por dos partes, una de Cd. Frontera a Escalón y otra de Torreón a Felipe Pescador; el ferrocarril tiene acceso a un derecho de paso con Ferromex para poder conectar sus líneas. Su principal accionista es el grupo Peñoles.



ILUSTRACIÓN 13: SISTEMA DE VÍAS CONCESIONADO A LFCD

Finalmente existen dos empresas asignatarias, el Ferrocarril del Istmo de Tehuantepec S.A. de C.V. que opera la vía de Medias Aguas – Salina Cruz, y la Administradora de la Vía Corta Tijuana – Tecate; así como una concesión que actualmente no está operando llamada Línea Chiapas – Mayab (FCCM) la cual está bajo responsabilidad del FIT en forma temporal.

## 1.2 MARCO LEGAL

En este subcapítulo se dará un vistazo, por un lado a la normatividad existente que afecte o restrinja en alguna forma a los proyectos de inversión en infraestructura ferroviaria y por el otro los programas gubernamentales que fomenten este tipo de inversiones.

El servicio de transporte en general está regulado por la Ley General de Vías de Comunicación, sin embargo, a partir de la privatización de las vías ferroviarias de comunicación, esta ley derogó a la recién creada Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario todos los artículos relacionados con este modo de transporte, como se constata en la publicación del 12 de mayo de 1995 en el Diario Oficial de la Federación; lo anterior con el fin de crear un marco legal que permitiera a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes normar sobre los concesionarios que vendrían a operar el sistema ferroviario nacional.

### 1.2.1 LEYES Y REGLAMENTOS<sup>12</sup>

<sup>12</sup> En el Anexo 1, figuran todas las normas que rigen el sistema de transporte ferroviario y multimodal, que están a disposición del público en el portal de la dependencia:

<http://www.sct.gob.mx/informacion-general/normatividad/transporte-ferroviario-y-multimodal/>

A continuación se enumeran los artículos más relevantes acerca de inversión en infraestructura ferroviaria que aparecen en la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario.

**Artículo 1:** La presente Ley es de orden público y de observancia en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de las vías férreas cuando sean vías generales de comunicación, así como el servicio de transporte público ferroviario que en ellas opera y los servicios auxiliares.

El servicio ferroviario es una actividad económica prioritaria y corresponde al Estado ser rector de su desarrollo. Al ejercer sus funciones de rectoría, el Estado protegerá en todo momento la seguridad y soberanía de la Nación y promoverá el desarrollo del servicio ferroviario en condiciones que garanticen la libre competencia entre los diferentes modos de transporte.

**Artículo 6:** Corresponde a la Secretaría<sup>13</sup>, en materia de servicio ferroviario, el ejercicio de las atribuciones siguientes:

- I. Planear, formular y conducir políticas y programas, así como regular el desarrollo del sistema ferroviario, con base en el Plan Nacional de Desarrollo, y a los planes sectoriales respectivos;
- II. Otorgar las concesiones y permisos a que se refiere esta Ley, verificar su cumplimiento y resolver sobre su modificación o terminación;
- III. Determinar las características y especificaciones técnicas de las vías férreas, del servicio público de transporte ferroviario y de sus servicios auxiliares, mediante la expedición de normas oficiales mexicanas;

**Artículo 7:** Se requiere de concesión para:

- I. Construir, operar y explotar vías férreas, que sean vía general de comunicación. Los concesionarios podrán contratar con terceros, la construcción, conservación y el mantenimiento de vías férreas, pero, en todo momento, el concesionario será el único responsable ante el Gobierno Federal por las obligaciones establecidas a su cargo en la respectiva concesión.

**Artículo 8:** Las vías generales de comunicación ferroviaria se mantendrán en todo momento dentro del dominio público de la Federación. Las vías férreas que se construyan al amparo de un título de concesión, pasarán a formar parte del dominio público inmediatamente, con independencia de las condiciones y plazo de concesión.

**Artículo 17<sup>14</sup>:** Las concesiones solo se otorgarán a personas morales mexicanas.

La inversión extranjera podrá participar hasta el cuarenta y nueve por ciento en el capital social de las empresas concesionarias a que se refiere esta Ley.

Los concesionarios deben dar aviso a la Secretaría de las modificaciones que realicen en sus estatutos, relativas a la disolución anticipada, cambio de objeto, fusión, transformación o escisión. Asimismo, deberán informar el cambio de participación, directa o indirecta, en el capital social de que se trate, cuando dicha participación sea igual o superior al cinco por ciento.

---

<sup>13</sup> Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

<sup>14</sup> Se derogan de la Ley de Inversión Extranjera los artículos 5 fracción X y 7 fracción IV inciso s)



**Artículo 25:** Es de utilidad pública la construcción, conservación y mantenimiento de las vías férreas. La Secretaría por sí, o a petición y por cuenta de los interesados o concesionarios, efectuará la compraventa o, en su defecto, promoverá la expropiación de los terrenos, construcciones y bancos de material, necesarios para la construcción, conservación y mantenimiento de vías férreas, incluyendo los derechos de vía.

**Artículo 27:** Para realizar trabajos de construcción o reconstrucción de vías férreas concesionadas, se requerirá la aprobación previa de la Secretaría del proyecto ejecutivo y demás documentos relacionados con las obras que pretendan ejecutarse.

Por otro lado, la **Constitución de los Estados Unidos Mexicanos** hace referencia a la obligación del Estado de planear en el siguiente artículo:

**Artículo 26:**

- A. El estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la Nación.

Los fines del proyecto nacional contenidos en esta Constitución determinarán los objetivos de la planeación. La planeación será democrática. Mediante la participación de los diversos sectores sociales recogerá las aspiraciones y demandas de la sociedad para incorporarlas al plan y los programas de desarrollo. Habrá un plan nacional de desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal.

La ley facultará al Ejecutivo para que establezca los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo. Asimismo, determinará los órganos responsables del proceso de planeación y las bases para que el Ejecutivo Federal coordine mediante convenios con los gobiernos de las entidades federativas e induzca y concierte con los particulares las acciones a realizar para su elaboración y ejecución.

Del artículo anterior surge la **Ley de Planeación**, que describe detalladamente la manera como se debe planear y construir el Plan Nacional de Desarrollo. Principalmente la responsabilidad recae en el Ejecutivo, que plantea los objetivos y prioridades nacionales y a partir de los cuales cada dependencia, tanto centralizada como paraestatal debe planear. La tarea de integrar y presupuestar dichos planes recae en la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, así como a cada dependencia corresponde la planificación anual para la ejecución de programas.

La participación social en este proceso está regida por el siguiente artículo:

**Artículo 20:**<sup>15</sup> En el ámbito del Sistema Nacional de Planeación Democrática tendrá lugar la participación y consulta de los diversos grupos sociales, con el propósito de que la población exprese sus opiniones para la elaboración, actualización y ejecución del Plan y los programas a que se refiere esta Ley.

Las organizaciones representativas de los obreros, campesinos, pueblos y grupos populares: de las instituciones académicas, profesionales y de investigación de los organismos empresariales; y de

---

<sup>15</sup> <http://www.snieg.mx/contenidos/espanol/normatividad/marcojuridico/leydeplaneacion.pdf>

otras agrupaciones sociales, participarán como órganos de consulta permanente en los aspectos de la planeación democrática relacionados con su actividad a través de foros de consulta popular que al efecto se convocarán. Asimismo participarán en los mismos foros los diputados y senadores del Congreso de la Unión.

Lo anterior quiere decir que para que algún particular pueda proponer algún proyecto, en este caso un libramiento, éste debe estar alineado a los objetivos de planeación nacional, debe ser promovido por una entidad gubernamental del sector, en este caso la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y aprobado por el Congreso.

---

### 1.2.2 OTRAS REFERENCIAS

---

Al tratarse de proyectos de infraestructura que afectan directamente al desarrollo económico del país, cualquier obra de construcción de vías de comunicación se ve restringida por los objetivos marcados en los siguientes documentos:

#### PLAN NACIONAL DE DESARROLLO

Este documento surge a partir de la legislación descrita en el artículo 26 de la Constitución mencionado en el subcapítulo anterior.

En lo que se refiere a transporte, dentro del Eje 2: Economía Competitiva y Generadora de Empleos, Infraestructura para el desarrollo, punto 2.10 Telecomunicaciones y Transportes<sup>16</sup>, se persigue el siguiente objetivo:

Garantizar el acceso y ampliar la cobertura de infraestructura y servicios de transporte y comunicaciones, tanto a nivel nacional como regional, a fin de que los mexicanos puedan comunicarse y trasladar de manera ágil y oportuna en todo el país y con el mundo, así como hacer más eficiente el transporte de mercancías y las telecomunicaciones hacia el interior y exterior del país, de manera que estos sectores contribuyan a aprovechar las ventajas comparativas con las que cuenta México.

Ya dentro del sector transporte se proponen cuatro estrategias, siendo relevantes para este trabajo las siguientes<sup>17</sup>:

Estrategia 14.7: Ampliar la cobertura de los transportes en todas sus modalidades, modernizar la infraestructura y proporcionar servicios confiables y de calidad para toda la población.

Estrategia 14.10: Proponer esquemas de financiamiento y mejorar los ya existentes para fomentar el desarrollo de proyectos de infraestructura e impulsar su papel como generador de oportunidades y empleos.

La implementación de las estrategias contempla líneas de política<sup>18</sup>. A continuación se presentan igualmente, las relevantes para el trabajo:

---

<sup>16</sup> [http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/pdf/PND\\_2007-2012.pdf](http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/pdf/PND_2007-2012.pdf), pág. 124

<sup>17</sup> Ibidem, pág. 126

<sup>18</sup> Ibidem, pág. 128

- Mejorar la prestación de derechos de paso y los servicios de interconexión para explotar la red ferroviaria como un sistema “sin costuras”, de forma segura, eficiente y en condiciones equitativas en cuanto a oportunidad, calidad y precio, en beneficio de los usuarios y de la economía nacional en su conjunto.
- Se debe impulsar la modernización y el mantenimiento adecuado de vías, el mejoramiento de las condiciones físicas de los patios, el incremento en la capacidad de carga de los puentes, la convivencia urbano – ferroviaria y la construcción de instalaciones para el transporte intermodal. Ello también requerirá reforzar y consolidar la normatividad en materia ferroviaria y continuar la cooperación entre los tres órdenes de gobierno, así como potenciar la convivencia urbano – ferroviaria.

## PROGRAMA SECTORIAL DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES<sup>19</sup>

El programa sectorial plantea 4 objetivos sectoriales que comulgan con los perseguidos por el Plan Nacional de Desarrollo, y cada uno marca una meta con un indicador para cada componente del sector transporte, en el caso del sistema ferroviario tenemos:

Objetivo	Indicador	Unidad de Medida	Línea Base	Meta 2012
Cobertura	Kilómetros de vías férreas	[km] (cifra acumulada)	2006 : 26,662 <sup>20</sup>	28,080
Calidad	Carga transportada por ferrocarril	Millones de toneladas – km anuales	2006 : 73,726	86,032
Seguridad	Accidentes en cruces ferroviarios a nivel nacional	Número de accidentes anuales	2006 : 182	106
Competitividad	Corredores intermodales y terminales intermodales de carga en operación	Corredores intermodales Terminales intermodales (cifra acumulada)	2006 : Corredores: 8 Terminales: 60	Corredores: 18 Terminales: 72
	Velocidad Promedio del Sistema Ferroviario	Km/h	2006 : 24	40

TABLA 1: OBJETIVOS DEL PROGRAMA SECTORIAL DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES RELATIVOS AL SISTEMA FERROVIARIO.

Un aspecto importante de considerar es el del objetivo de seguridad y su indicador, el número de accidentes en cruces ferroviarios, debido a que generalmente dichos cruces, ya sea con otras vías ferroviarias o carreteras, se encuentran en áreas urbanas generalmente, por lo que la construcción de libramientos ayuda a reducir los accidentes al eliminar cruces o trasladarlos fuera de zonas donde el tránsito es cuantioso.

El documento también establece un esquema de planeación integral para el sector, el cual busca maximizar el beneficio económico y social de los proyectos de infraestructura y optimizar las inversiones realizadas. El esquema se muestra a continuación.

<sup>19</sup> <http://www.sct.gob.mx/despliega-noticias/article/programa-sectorial-de-comunicaciones-y-transportes/>

<sup>20</sup> 77.6% de vías principales (troncales y ramales), 16.6% vías secundarias (laderos patios y demás), 5.8% vías particulares (espuelas). Dentro de las vías principales el 85.9% está concesionado.

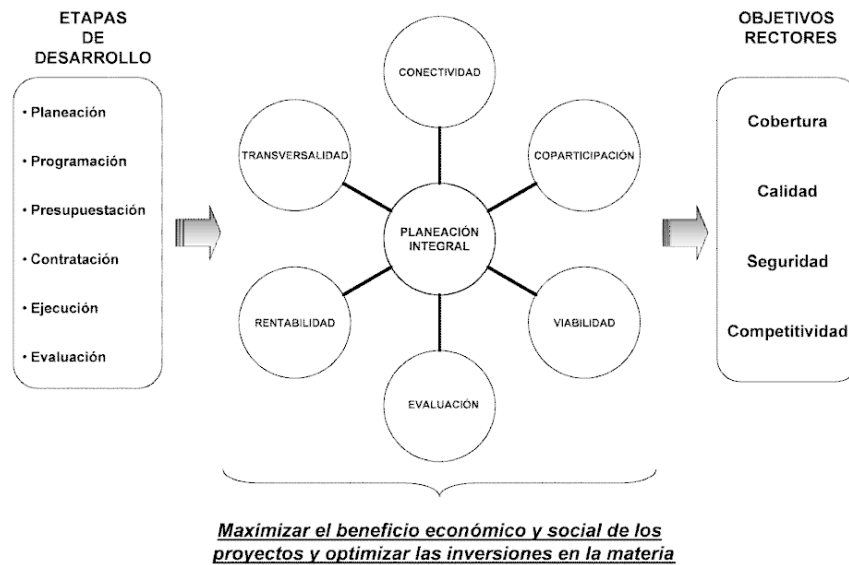


ILUSTRACIÓN 14: ESQUEMA DE PLANEACIÓN INTEGRAL DEL SECTOR

FUENTE: [HTTP://WWW.SCT.GOB.MX/DESPLIEGA-NOTICIAS/ARTICLE/PROGRAMA-SECTORIAL-DE-COMUNICACIONES-Y-TRANSPORTES/](http://www.sct.gob.mx/despliega-noticias/article/programa-sectorial-de-comunicaciones-y-transportes/); PÁG. 21

La Agenda Estratégica del Sector establece de manera sintética la problemática principal y los temas principales de cada subsector; en el subsector transporte, Sistema Ferroviario Nacional se presentan las siguientes problemáticas y los temas prioritarios para el sexenio:

Subsector	Problemática	Temas Prioritarios (2007 – 2012)
Transporte	III. Sistema ferroviario nacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rezago en la modernización y cobertura de infraestructura</li> <li>- Problemas de capacidad de carga en puentes y túneles</li> <li>- Accesibilidad y conexiones insuficientes en puertos, fronteras y ciudades</li> <li>- Escasez de equipo rodante competitivo</li> <li>- Servicios de interconexión deficientes</li> <li>- Políticas comerciales poco atractivas</li> <li>- Necesidad de reforzar la normatividad y eficientar la supervisión</li> <li>- Accidentes e ilícitos</li> </ul>

TABLA 2: AGENDA ESTRATÉGICA DEL SUBSECTOR TRANSPORTE – SISTEMA FERROVIARIO NACIONAL

FUENTE: [HTTP://WWW.SCT.GOB.MX/DESPLIEGA-NOTICIAS/ARTICLE/PROGRAMA-SECTORIAL-DE-COMUNICACIONES-Y-TRANSPORTES/](http://www.sct.gob.mx/despliega-noticias/article/programa-sectorial-de-comunicaciones-y-transportes/); PÁG. 25

La problemática principal que este documento<sup>21</sup> señala es la siguiente:

La infraestructura ferroviaria en México no se ha incrementado desde hace mucho tiempo, por lo que existe la necesidad de realizar la construcción de algunos tramos nuevos [...].Otros problemas tienen que ver con la accesibilidad y conexiones en puertos y en fronteras y en la convivencia con las ciudades en que se localizan. Estos factores hacen necesario revisar la factibilidad de proyectos de construcción de libramientos y nuevos accesos a ciudades, puertos y fronteras.

<sup>21</sup> Programa Sectorial del Comunicaciones y Transportes, SCT, pág. 89

En cuanto a la operación del sistema, actualmente han existido controversias entre las dos principales empresas concesionarias en lo relativo al uso de derechos de paso [...]. Lo anterior ha impedido que se utilicen los derechos de paso de largo recorrido y ha propiciado que los servicios de interconexión no se utilicen en forma eficiente, limitando con ello el desarrollo progresivo de los servicios ferroviarios e inhibiendo una mayor competencia en el subsector [...].

El Plan Estratégico Subsectorial del Sistema Ferroviario Nacional se refiere a la vinculación de los objetivos sectoriales con las objetivos subsectoriales y cuáles estos últimos persiguen:

**Objetivo 3.2.1** (persigue *Cobertura y Competitividad*)

Ampliar la cobertura, eficiencia y conectividad del sistema ferroviario nacional con otros modos de transporte, para aprovechar la infraestructura disponible y mejorar la competitividad de los productos nacionales en los diferentes mercados de consumo.

*Estrategia 1:* Desarrollar nueva infraestructura ferroviaria con la finalidad de atender los problemas de interconexión en puertos, fronteras y zonas metropolitanas, con un impacto de reducción de la emisión de gases de efecto invernadero.

- Línea de Acción: Construir nuevos tramos ferroviarios, libramientos, cruces fronterizos, acortamientos y relocalización de vías férreas.

**Objetivo 3.2.3** (persigue *Calidad y Seguridad*)

Mejorar la seguridad y sustentabilidad del sistema ferroviario nacional para garantizar que la operación y los servicios ferroviarios sean confiables, eficientes y competitivos y contribuyan a la sustentabilidad del sistema integral de transporte.

*Estrategia 1:* Implementar y consolidar programas integrales de prevención de accidentes ferroviarios, disminuyendo su ocurrencia y consecuencias.

- Líneas de acción:
  - Dar continuidad al Programa de Convivencia Urbano – Ferroviaria [...].
  - Establecer el Programa de Desarrollo Ferroviario para la construcción de libramientos en las ciudades de Monterrey, Manzanillo y Veracruz y en los principales corredores ferroviarios, mediante la reubicación de instalaciones, que resolverán de manera integral la operación ferroviaria.

**PROGRAMA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA**

Este documento plantea tres escenarios para el ciclo 2007 – 2012, el inercial que sucederá en caso de que no se lleven a cabo reformas estructurales en el país, el escenario base que sucederá cuando se lleve a cabo la Reforma Hacendaria y el sobresaliente que sucederá si se realizan todas las reformas que requiere el país. El supuesto principal del escenario base es que alrededor de la mitad de los recursos provenientes de la reforma mencionada se destinan a infraestructura, lo cual representaría entre 3 y 4.5% del PIB (considerando inversión pública y privada), suponiendo un 4% la inversión ascendería a 2,532 miles de millones de pesos (2.5 billones). De la cifra anterior, solamente se destinarán 49 mil millones al subsector de ferrocarriles en el escenario base (32 y 92 en los escenarios inercial y sobresaliente respectivamente). Del total de 49 mil millones, el programa marca una inversión de 27 mil millones de recursos públicos y 22 mil millones de

recursos privados. Lo anterior quiere decir que la inversión privada esperada representa el 44.89% del total.

Dentro de las estrategias del sector ferroviarios destacan:

- Ampliar el sistema ferroviario promoviendo la sustitución de la estructura radial por una estructura de red que mejore su conectividad.
- Desarrollar corredores multimodales para hacer más eficiente el transporte de mercancías, dando especial atención a los corredores que unen a los puertos del Pacífico con los del Atlántico y con las fronteras.
- Atender problemas de interconexión ferroviaria en puertos, fronteras y zonas metropolitanas.

Las metas para el 2012 estipulan la construcción de 1,418 kilómetros de vías férreas de los cuales 187 están destinados a libramientos ferroviarios (El Libramiento Monterrey tiene estimados 21 km).

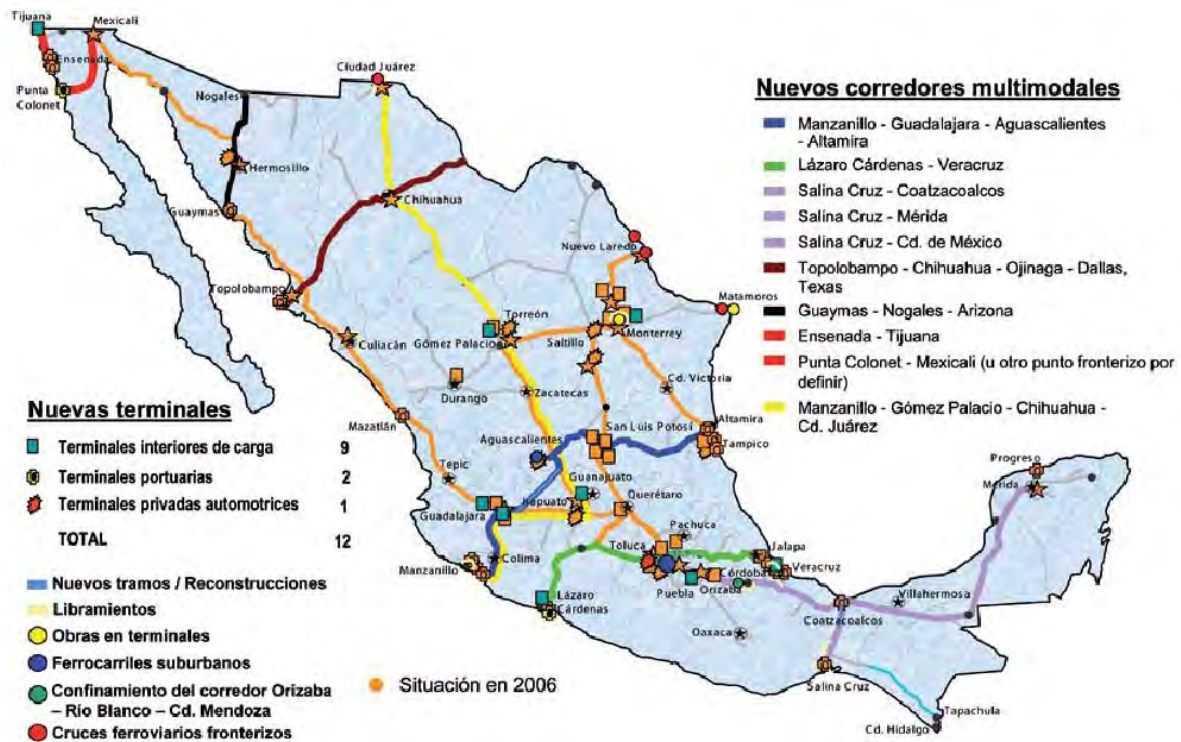


ILUSTRACIÓN 15: INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA PROYECTADA PARA EL 2012

FUENTE: PROGRAMA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA, PÁG. 65.

### 1.3 PROBLEMÁTICA

---

Los grandes proyectos de infraestructura representan problemas complejos ya que impactan en gran medida a su entorno, a los *stakeholders* o a cualquier otra entidad que se vea positiva o negativamente afectada por el proyecto. Un enfoque que es necesario identificar es el del financiamiento requerido para llevar un proyecto a cabo. Debido a la gran complejidad de éstos se entiende que incluso en el ámbito financiero existen diversos actores involucrados de alguna forma con la composición de esquemas de financiamiento, por lo que es necesario considerar las necesidades y búsqueda de oportunidad de todos de alguna manera.

En el caso de las concesiones ferroviarias es necesario para los concesionarios fomentar la inversión pública en nuevos proyectos, cuyos montos de inversión son muy cuantiosos como para ser absorbidos por la empresa únicamente, por lo que, si se puede presentar un proyecto con argumentos válidos para el beneficio social, es posible que dependencias gubernamentales y/o bancos de desarrollo financien una parte del proyecto.

Los esquemas de financiamiento pueden componerse por uno o más entes (además de la empresa concesionaria) para financiar los proyectos, reduciendo así el riesgo de inversión para el conjunto, además de solicitar montos inferiores a cada participante, lo que facilitaría la obtención del crédito y/o inversión.

## 2 ANTECEDENTES CONCEPTUALES

---

Este capítulo delimitará progresivamente el marco teórico bajo el cual se regirá este trabajo, siguiendo principalmente los tenores marcados por el enfoque sistémico; posteriormente se caracterizará el proceso de planeación metodológicamente, realzando la importancia de éste en la toma de decisiones; para finalizar abstrayendo de este último a la evaluación como un instrumento de control interno del mismo proceso.

Aunado a lo anterior se dará un vistazo al enfoque económico en la planeación y evaluación cuando se busca mediante las anteriores el bienestar social total o parcialmente, siendo de particular interés en este trabajo los impactos económicos positivos y negativos que arroja la infraestructura ferroviaria en la sociedad y en su medio ambiente, así como la importancia de medirlos y mitigarlos en caso necesario.

### 2.1 EL ENFOQUE DE SISTEMAS

---

A lo largo de la historia, el pensamiento y comprensión humanas han ido evolucionando de acuerdo al descubrimiento cada vez más profundo tanto de su entorno como de su interior; en épocas pasadas la figura del filósofo ilustraba todas las áreas del conocimiento humano, sin embargo, como lo describe Pérez Tamayo<sup>22</sup>, al correr los siglos se da una separación entre la ciencia y la filosofía y a partir de ésta se genera un debate prolongado que acelera el desarrollo de ambas partes, siempre en búsqueda del conocimiento de la verdad pura. Se puede concluir que el enfoque científico quedó como la figura representativa de dicha búsqueda frente a la sociedad, debido principalmente a los grandes logros tecnológicos que surgieron gracias a él.

Desde el estudio de la historia de la ciencia, Thomas Kuhn<sup>23</sup> habla acerca de *revoluciones científicas*, las cuales se han sucedido a lo largo de la historia y han dado lugar a disciplinas científicas cada vez más específicas, que dividen la realidad para su estudio e investigación. A las realidades descritas en dado momento de la historia científica se les denomina *paradigmas*, que son básicamente los esquemas conceptuales bajo los cuales trabaja una disciplina, regida por un paradigma superior perteneciente a un campo del conocimiento más general por lo que toma por axiomas sus conceptos y a partir de ellos continúa su búsqueda de la verdad. Sin embargo, al evolucionar un campo disciplinario, las anomalías que antes se ignoraban comienzan a cobrar relevancia y como dicho esquema no puede explicarlas, éstas pueden provocar una revolución, la cual se define como un cambio de paradigma en la disciplina en cuestión, el cuál ahora además de comprender los conocimientos precedentes, puede explicar mediante el cambio de concepción del objeto y su entorno las anomalías que antes no podía.

El surgimiento del enfoque de sistemas se puede explicar como el surgimiento de un paradigma a partir de los cuestionamientos al método científico, pero para entenderlo, es necesario caracterizar a ambos.

El pensamiento científico es conocido principalmente como *mecanicista*, debido a la analogía que este hace con máquinas y su comportamiento, el cual está determinado por su estructura interna

---

<sup>22</sup> Pérez Tamayo, Ruy; ¿Existe el método científico?, Ed. FCE

<sup>23</sup> Kuhn, Thomas S.; La Estructura de las Revoluciones Científicas; Fondo de Cultura Económica; pp. 70 – 104



y por las leyes causales de la naturaleza; posee características marcadamente *reduccionistas y analíticas*, lo que significa que busca la verdad mediante un proceso de descomposición mecánica, que consiste en desagregar el objeto en partes más pequeñas y menos complejas, bajo el supuesto de que a partir del entendimiento de dichas se puede abstraer el entendimiento del todo.

El método científico se ha caracterizado por un pensamiento denominado por algunos autores como *esencialismo*, que surge a partir del modelo aristotélico conocido como *deducción*, el cual propone la obtención de propiedades específicas a partir del conocimiento de la esencia de un objeto<sup>24</sup>; el principal problema es precisamente la cuestión de la veracidad de la esencia, que puede ser vista como los axiomas que rigen los paradigmas, y que en algún momento deja de ser suficiente para explicar todos fenómenos o comportamientos del objeto, y por lo tanto se vuelve inadecuada para proseguir la búsqueda de explicaciones lógicas bajo el marco conceptual actual.

Debido a la creciente dificultad de explicar eventos partiendo de un paradigma reduccionista – analítico donde el incremento de variables implicadas en los procesos funcionales de los objetos de estudio, a medida que éstos se descomponen, incrementa por ende la complejidad de explicarlos y por lo tanto su entendimiento. Para simplificar este entendimiento, el paradigma científico se apoya en el *determinismo*, que reduce la interacción de las partes del objeto estudiado a una relación lineal conocida como causa – efecto, dejando todas las demás variables implicadas como constantes, lo que en economía se conoce como *ceteris paribus*.

Checkland describe el método científico como sigue:

“El método de la ciencia se puede resumir en tres conceptos: reduccionismo, repetitividad y refutación. Esto es que podemos reducir la variedad del mundo real en experimentos validados por su repetición y podemos hacer progreso intelectual por la refutación de la hipótesis. Sin embargo, la separación de la ciencia en sus muchas disciplinas es una debilidad significativa para el estudio de problemas en el mundo real.”<sup>25</sup>

Partiendo comparativamente de las características anteriores del enfoque científico, Ackoff<sup>26</sup> describe las etapas del pensamiento sistémico de la siguiente manera:

---

<sup>24</sup> Pérez Tamayo, Ruy; ¿Existe el método científico?, Ed. FCE; pág. 26

<sup>25</sup> Checkland, Peter B. (1976). *Science and the Systems Paradigm*, International Journal of General Systems, Vol. 3, Pág. 127. University of Lancaster, Bailrigg, Lancaster, Reino Unido

<sup>26</sup> Ackoff, Russel; El Paradigma de Ackoff, Una Administración Sistémica; Ed. Wiley; pág. 17

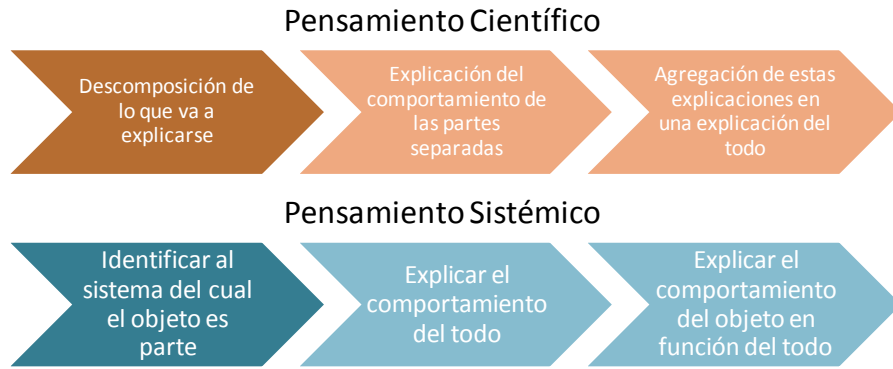


ILUSTRACIÓN 16: ETAPAS DE LOS PENSAMIENTOS CIENTÍFICO Y SISTÉMICO

Este proceso de pensamiento sistémico propuesto por el autor como una antítesis del pensamiento científico, enfrenta las características del último con nuevas propiedades, como se ilustra en la siguiente figura:

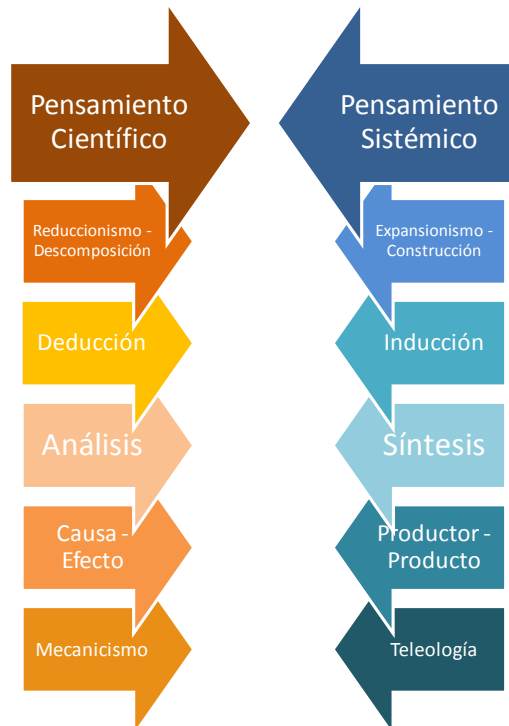


ILUSTRACIÓN 17: CARACTERÍSTICAS DE LOS PENSAMIENTOS CIENTÍFICO Y SISTÉMICO

A la característica de reduccionismo, el pensamiento sistémico se antepone con el *expansionismo*, el cual intenta construir a partir del objeto en cuestión a su entorno e identificar relaciones existentes con un sistema superior, y que, a partir del entendimiento de éste, es posible explicar al objeto en función de las demás partes con las que interactúa y con su entorno. Para lograr lo anterior es necesario utilizar un modelo aristotélico *inductivo* el cual sugiere precisamente la construcción de axiomas a partir de las particularidades.

A diferencia del método científico, donde a partir del análisis y su enfoque estructural, se puede conocer el funcionamiento del objeto, en el enfoque sistémico se utiliza la *síntesis*, la cual permite entender el funcionamiento del objeto, es decir, su finalidad. Además en el enfoque sistémico las relaciones estudiadas involucran al medio en el cual éstas suceden, de manera que las propiedades de necesidad y suficiencia juegan un papel importante en las relaciones *productor – producto*.

Lo anterior nos lleva a la característica de *teleología*, palabra que surge de las raíces griegas *tele* (fin, meta, propósito) y *logos* (razón, explicación) y que precisamente indica la búsqueda de un propósito ulterior dentro del sistema del cual es parte el objeto y que a su vez, los componentes internos del objeto, vistos como un subsistema, sirven al propósito de éste y así sucesivamente.

Si retomamos la definición de Checkland del método científico podemos notar que se refiere a la dificultad de aplicarlos a fenómenos sociales. Y es que a medida que los problemas denominados duros, por tener una estructura definida y en los cuales principalmente se pretende buscar la optimización de recursos, han ido siendo resueltos por el enfoque científico y así como la comunidad ha demandado la solución efectiva de problemas denominados suaves, en los cuales el incremento de variables no cuantitativas así como de interacciones entre sus actores ha elevado su complejidad, podemos entender la necesidad de un nuevo enfoque que permita integrar dichos aspectos a la estructuración de problemáticas.

La complejidad inherente de dichos problemas ha sido caracterizada por Rittel y Webber<sup>27</sup> en lo que denominan problemas trastornados (*wicked problems*). Su aportación radica en la idea de que los problemas que intentan integrar aspectos tan complejos como el comportamiento de la sociedad, necesariamente se ven afectados por el sujeto que concibe y define la situación problemática; este tipo de problemas se caracterizan por no tener una formulación definitiva, es decir, que no es correcta o incorrecta, sino solamente puede representar la situación bien o mal, dependiendo del enfoque para el cual se está determinando; en la implantación de soluciones a este tipo de problemas no existe un límite reconocible que indique donde detenernos, ni forma de comprobar que lo que hicimos es correcto a excepción de la percepción de la situación posterior a la implantación de una solución, tampoco se puede aplicar el concepto científico de prueba y error, ya que cada intervención que se realiza cambia drásticamente al sistema, haciendo casi imposible regresar a la situación inicial; cualquier tipo de acción sobre sistemas sociales complejos traerá consecuencias que afectarán la vida de las sociedad afectada, ya sea positiva o negativamente, y existe una gama infinita de acciones diferentes que nos pueden llevar a la misma situación deseada, así como también una infinidad de soluciones posibles que nos llevarán a distintas situaciones futuras.

Como conclusión podemos decir que a pesar de que el enfoque de sistemas resulta una herramienta muy efectiva para intervenir en sistemas sociales, que además de comprender los procesos cuantitativos que la ciencia resuelve de manera eficiente, permite integrar aspectos cualitativos; sin embargo se debe ser cuidadoso al determinar el sistema sobre el que queremos actuar e incluir todos los aspectos relevantes, esto significa incluir tanto la búsqueda del objetivo que se pretende alcanzar, como los posibles efectos negativos que podemos desencadenar en el sistema.

---

<sup>27</sup> Rittel, H.; Webber, M.; Dilemmas in a General Theory of Planning; 1969

La planeación es una herramienta que permite a las personas tomar decisiones basadas en procesos lógicos y racionales, y la planeación dentro del enfoque de sistemas además incluye la comprensión todos los aspectos externos al objeto afectado por la decisión. El siguiente subcapítulo abarcará este tema.

## 2.2 PLANEACIÓN

La planeación generalmente es vista como la acción de prever para poder responder a las circunstancias y cambios en el futuro. Retomando a Rittel y Webber, y partiendo de que la estructuración de los problemas depende tanto del punto de vista del planeador, como de las características mismas de la situación que permitan definirlo con exactitud o dejarlo hasta cierto punto indefinido debido a la complejidad. La planeación tendrá entonces algún tipo de efecto sobre el objeto planeado, sin embargo la magnitud de éste variará dependiendo del tipo de cambio que se pretenda obtener; Bishop<sup>28</sup> mediante el siguiente esquema ilustra lo anterior.

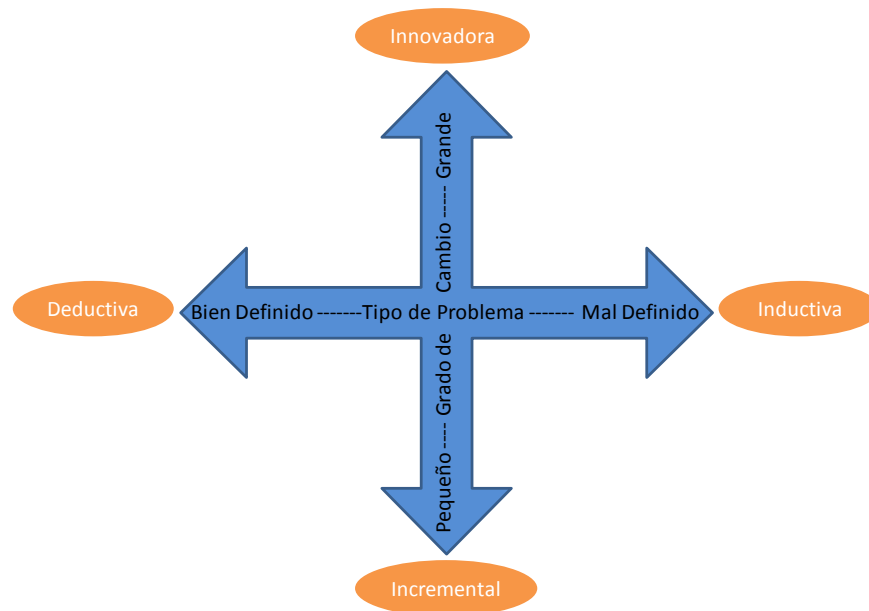


ILUSTRACIÓN 18: ENFOQUES DE PLANEACIÓN SEGÚN BISHOP

De acuerdo a la figura anterior y retomando los conceptos de inducción y deducción, la planeación puede presentarse bajo estos calificativos dependiendo de la calidad con que se pueda representar la estructura del problema; se puede hacer una planeación deductiva cuando la situación del objeto se puede identificar del lado duro de la planeación, es decir, donde la existencia de modelos matemáticos refleja con mucha fidelidad lo que realmente sucede, estos modelos pueden ser considerados como los axiomas o pautas a seguir y por eso la deducción es posible. Por otro lado la planeación inductiva se utiliza según el autor cuando la situación carece de una definición estructural buena, por lo que se debe de enfocar en particularidades y por lo tanto solo es posible inducir algún tipo de comportamiento general. Aunado a lo anterior existe otra dimensión que mide el grado de cambio que se pretende lograr, donde los polos reflejan por

<sup>28</sup> Bishop, B.; Planning as a Process of Social Change; Public Involvement and Dispute Resolution; Figure 1: Approaches of Planned Change; pág. 33

una parte la planeación incremental, que está enfocada a realizar cambios pequeños y graduales para alcanzar sus fines; por otra parte la planeación innovadora busca el rompimiento de paradigmas o el cambio radical de visión para producir cambios deseados en pro de sus fines. Obviamente resulta más efectiva una planeación innovadora – inductiva para problemas mal definidos, mientras que una planeación incremental – deductiva es más pertinente para problemas que están bien definidos.

Autores como Ackoff<sup>29</sup> van más a fondo y caracterizan a la planeación de acuerdo a las capacidades y a las acciones que el sujeto realiza cuando se presenta una situación; califica de inactivos a los que no hacen nada cuando las circunstancias cambian y son llevados por la corriente; de reactivos a aquellos que esperan a ver que acontece para responder de acuerdo a sus posibilidades; de preactivos a aquellos que ven al futuro y están preparados de antemano para actuar en cuanto algún escenario previsto suceda; y finalmente a los interactivos (o proactivos) que son aquellos sujetos que buscan cambiar los acontecimientos futuros a partir de las acciones que ahora pueden modificar el futuro.

Este tipo de teoría de planeación es solo un ejemplo de la gran variedad de autores que buscan caracterizarla, siendo esta diversa gama de teorías de planeación, generalmente aceptadas y utilizadas con éxito en diversos sectores y con muy diferentes enfoques; de todas las formas de planear existentes, se puede decir que se puede visualizar un patrón que como menciona Banfield<sup>30</sup>, debe estar basado en una estructura lógica de toma de decisiones racional:

- El decisor identifica una gama de opciones posibles para él en búsqueda de algún beneficio.
- Para cada una de las anteriores, se identifican las consecuencias que arrojará cada acción, o alguna combinación de éstas, en caso de aplicarse.
- El decisor elige una opción u opciones a partir de la consideración de las consecuencias que ésta(s) tendrán.

A partir de la secuencia anterior, inherente al pensamiento humano, podemos identificar un proceso de planeación muy similar en diferentes autores, que aunque llega a variar en las etapas del proceso o en la adición de algún complemento específico para el tipo de problemas al que un autor está enfocado, podemos ilustrar una metodología general como sigue:

---

<sup>29</sup> Ackoff, R.; El Paradigma de Ackoff; Ed. Limusa; Capítulo 7: Tipos Alternativos de Planeación; pág. 108

<sup>30</sup> Banfield, Edward; Ends and Means in Planning, 1959

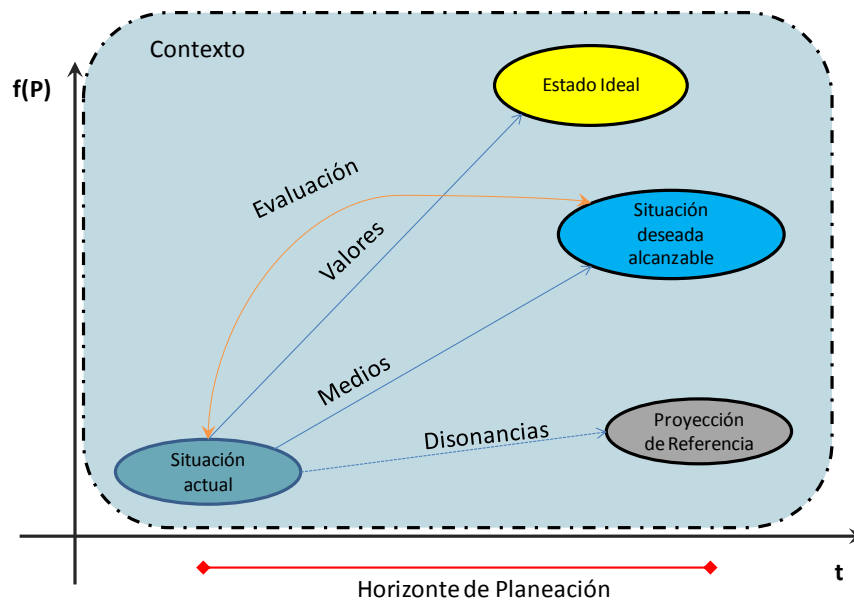


ILUSTRACIÓN 19: METODOLOGÍA DE LA PLANEACIÓN INTEGRAL<sup>31</sup>

La figura anterior ilustra una metodología que a grandes rasgos sigue una toma de decisiones racional, el eje horizontal indica la dimensión del tiempo, que limitado es el horizonte de planeación, el eje vertical indica una función cualquiera de planeación, que nos llevará a los distintos escenarios:

- La definición de la situación actual comprende lo que algunos autores llaman diagnóstico o definición de la problemática. En esta etapa se pretende acotar la situación y obtener toda la información relevante posible para facilitar la posterior toma de decisiones. Esta etapa es crítica debido a que el enfoque que se le pretenda dar a la planeación caracterizará la situación problemática. Como se mencionó en el capítulo anterior (Rittel & Webber), es responsabilidad del sujeto, en este caso el planeador, acotar y estructurar la situación problemática de la manera que él considere, según los objetivos que se busquen, recordando que entre más variables y externalidades se consideren, mayor complejidad tendrá la problemática y por lo tanto habrá más dificultades para proponer una solución.
- La proyección de referencia es aquel escenario al que llegaría un planeador inactivo; como se transformaría el sistema y su entorno en caso de no tomar ninguna acción de intervención mediante la planeación, la palabra *disonancias* es tomada del artículo de Ozbekhan<sup>32</sup> y se refiere aquellas cuestiones que afectarán al sistema en un determinado horizonte de planeación; se pueden también ver como las causas subyacentes que afectan al sistema.
- La situación ideal es aquella a la que aspira el sistema y la cual alcanzará a través de los valores por los que se rige; sin embargo este escenario es utópico y sirve únicamente como directriz para la planeación; nos permitirá acercarnos pero nunca alcanzarlo.

<sup>31</sup> Cabe mencionar que el esquema propuesto pretende ser una integración de diferentes enfoques de procesos de planeación de diversos autores, no corresponde fielmente a ninguna de sus propuestas.

<sup>32</sup> Ozbekhan, H.; *The Future of Paris: A Systems Study in Strategic Urban Planning*.

- A partir de la definición de la problemática y de la identificación de las causas subyacentes, podemos proponer soluciones a los problemas actuales, mismas que nos servirán para alcanzar la situación deseada alcanzable, la cual según Ackoff está limitada por la factibilidad técnica, viabilidad operativa y capacidad de adaptación de los medios y los fines a medida que se alcanzan éstos últimos.
- Los medios son las acciones por medio de las cuales alcanzaremos la situación deseada y solamente una buena planeación, incluyendo la correcta elección de medios, nos puede acercar tanto como sea posible a la situación ideal, únicamente limitada por las características mencionadas en el punto anterior.
- La evaluación es un proceso de retroalimentación continua que tiene una importancia significativa en la planeación, debido a que a partir de ella se ponderan inicialmente las opciones, alternativas y acciones posibles con respecto a sus consecuencias y con el alcance de objetivos que llevan al sistema a su estado deseado. Además de permitirnos valorar las líneas de acción iniciales, nos permite controlar todo el proceso mediante la retroalimentación que recibe, de manera que a partir de un sistema de control adecuado, es posible adaptar la planeación cuando surgen eventos imprevistos, sin perder de vista los objetivos iniciales que apuntan a alcanzar el estado ideal.

Además del ideal, la planeación según Ackoff<sup>33</sup> persigue fines en distintos períodos dentro del horizonte de planeación. Como ya se mencionó la situación utópica está representada por un ideal al cual solo es posible acercarse más nunca alcanzar por lo tanto se encuentra fuera del horizonte de planeación, la planeación normativa es un nivel de planeación en el cual se establecen las directrices o normas para niveles inferiores, los cuales persiguen fines más específicos y alcanzables en determinado tiempo. El siguiente nivel, la planeación estratégica, persigue objetivos, los cuales son alcanzables aunque esto sea a largo plazo, inclusive fuera del horizonte de planeación; después la planeación táctica persigue las metas, que son fines alcanzables a corto plazo y perfectamente mediables, por lo que en este nivel se requiere de parámetros e indicadores para asegurar el alcance deseado, y en caso de que no se logre, adaptarse mediante la evaluación. Además de los niveles anteriores, algunos autores proponen niveles más operativos. La siguiente figura ilustra dichos niveles según Gelman y Negroe<sup>34</sup>:

---

<sup>33</sup> Ackoff, R.; Planificación de la empresa del futuro; Ed. Limusa; Capítulo Cinco: Planeación de los Fines I: El Diseño Idealizado; pág. 131.

<sup>34</sup> Gelman, O., Negroe G.; La Planeación como un proceso básico de conducción. Figura 13.



ILUSTRACIÓN 20: ADAPTACIÓN DE ESQUEMA DE GELMAN Y NEGROE

Estos mismos autores proponen un proceso de planeación mediante desagregación sistémica, es decir, una descomposición funcional que consiste en desmembrar un sistema en subsistemas, pero siempre tomando en cuenta tanto la estructura interna como la externa.

Como un proceso general de planeación en un sistema conducente, se pueden identificar cuatro fases:

- Información: es la interpretación de datos provenientes de un suprasistema o del sistema mismo a través de la realimentación. Facilita la toma de decisiones al proveer a los decisores de información relevante en cualquier momento.
- Planeación: la planeación como sistema es valorada como un proceso y no solamente como un plan entregable, se desagrega más adelante.
- Toma de decisiones: es la capacidad de encausar al sistema hacia un rumbo definido por la planeación, y gracias a la información previa que el mismo sistema es capaz de producir. Es necesario contar con procesos de planeación e información efectivos, ya que la falta de calidad en alguno merma la capacidad de toma de decisiones del sistema.
- Ejecución: es la acción de llevar a cabo el plan decidido previamente. Esta fase debe ser monitoreada permanentemente para poder tomar acciones correctivas en caso de ser necesario. El monitoreo produce datos que son procesados internamente como información para mejorar al sistema.



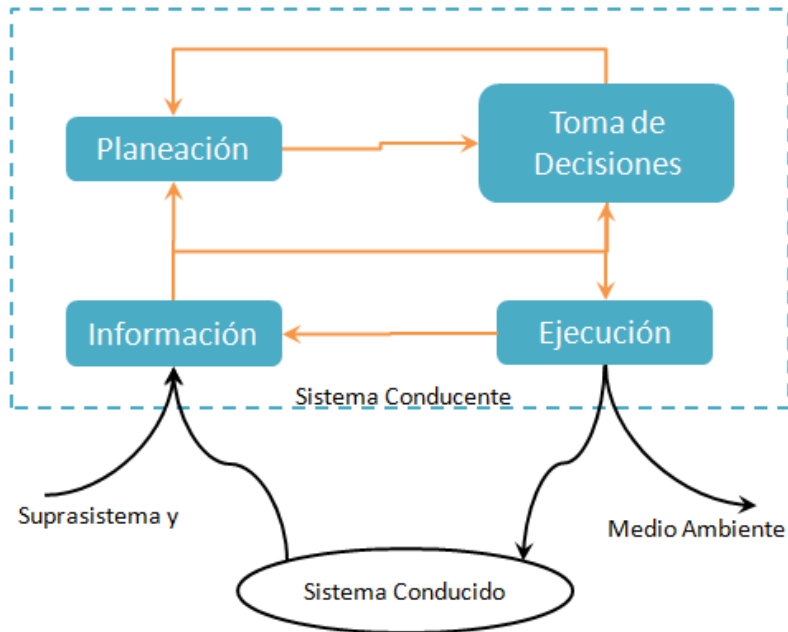


ILUSTRACIÓN 21: CONCEPCIÓN DEL PROCESO DE PLANEACIÓN EN UN SISTEMA CONDUENTE<sup>35</sup>

Siguiendo con la desagregación, se descompone el elemento *planeación* conceptualizándolo como un proceso interno y cuyas fases son las siguientes:

- Planeación/Planes: se refiere al proceso mismo de planeación, el cuál como se mencionó al principio del subcapítulo, es un proceso racional y contiene una etapa de diagnóstico (planteamiento del problema), una de prescripción (soluciones) e instrumentación (aplicación del plan); las tres actividades mencionadas forman un subsistema, sin embargo en este trabajo no se profundizará en esa dirección.
- Planeación de la Implantación: es el diseño de los procedimientos para tomar decisiones y la organización necesaria para llevar a cabo un plan. Esta etapa es llevada a cabo a la par que la ejecución, que es parte de su suprasistema; además pertenece a un subsistema denominado *de control*, como se puede observar en la siguiente figura.
- Evaluación: esta etapa permite observar la eficiencia de los planes en su consecución de metas y objetivos, para realizar ajustes, cambios y adaptaciones que mejoren al sistema de planeación y al de conducción a su vez. Es importante señalar que este es solo un tipo de evaluación; el tema se tratará más a fondo en el siguiente subcapítulo.
- Adaptación: es la acción resultante del proceso de evaluación y de la toma de decisiones surgidas a partir del primero.

<sup>35</sup> Ibid. pág. 261

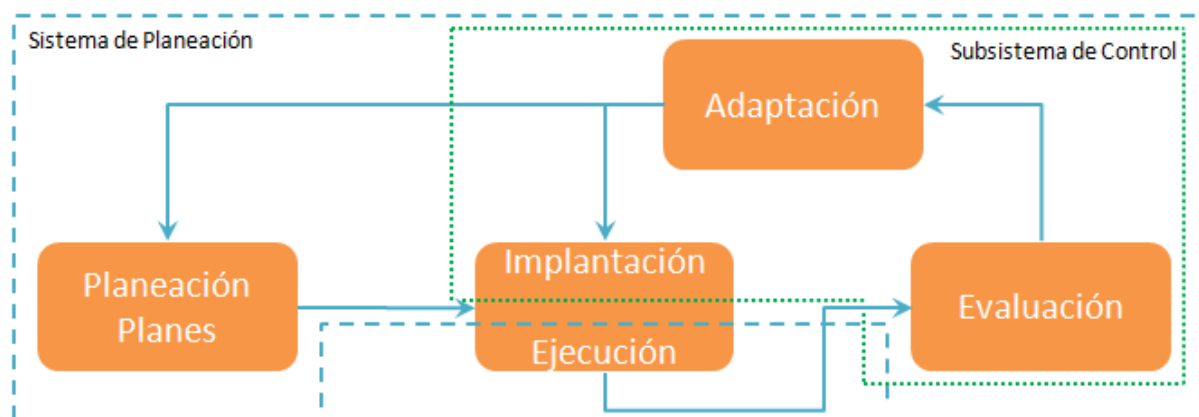


ILUSTRACIÓN 22: ESTRUCTURA DEL PROCESO DE PLANEACIÓN Y SU SUBSISTEMA DE CONTROL<sup>36</sup>

La importancia de definir fines en la planeación sistémicamente nos permite involucrar factores que desde otros enfoques pueden ser pasados o por alto, o ignorados conscientemente debido a la incapacidad de éste para tomarlos en cuenta, y aunque la construcción sistémica no garantiza que sea siempre posible resolver un problema complejo, por lo menos permite tener en cuenta aspectos abstractos en la situación problemática que de alguna manera afectarán el desarrollo del objeto planeado.

Otro aspecto muy importante en la planeación es el *timing* en que se intervenga, es decir, que la planeación está sujeta a las circunstancias externas en determinado momento. Carlos Matus<sup>37</sup> define lo anterior como *coyuntura dinámica*, siendo las fuerzas externas del entorno que pueden promover un cambio planeado u obstaculizarlo. La idea anterior sugiere que una coyuntura no se puede modificar, sino aprovecharse en caso de que se presente y promueva un cambio, o evitarla en caso de que actúe en oposición a éste; sin embargo, enfoques interactivistas como el de Ackoff sugieren que dicha coyuntura puede crearse a partir de las decisiones y cambios llevados a cabo en el presente en la búsqueda de dicho fin. En palabras del autor, “Cuando la planeación sirve a una coyuntura dinámica, su principal problema está resuelto porque la formulación intelectual no solo coincide necesariamente con un proceso material, sino que este último precede al primero.

En el proceso de planeación es importante la consideración de distintos escenarios y por lo tanto de distintas alternativas, por lo que la toma de decisiones es una actividad central, y para la cual herramientas como la evaluación cobran importancia, ya que permiten realizar esta toma de decisiones de manera lógica y racional, además de buscar contar con la información más relevante en el momento de decisión.

En el siguiente subcapítulo abordaremos el proceso de evaluación visto sistémicamente dentro del proceso de planeación.

## 2.3 EVALUACIÓN

<sup>36</sup> Ibid. pág. 262.

<sup>37</sup> Matus, Carlos; Estrategia y Plan; Ed. Siglo XXI; Capítulo 1.6 “Coyuntura Dinámica y Política Construida”; pág. 26.

La evaluación, según Cohen y Franco<sup>38</sup> es “fijar el valor de una cosa, para hacerlo, se requiere un procedimiento mediante el cual se compara aquello a evaluar respecto de un criterio o patrón determinado”. Para hacerlo sistemáticamente es necesario enfatizar en:

- Objetividad: se intenta captar la realidad mediante procedimientos que eviten las ideas preconcebidas, o prejuicios, e incluso los intereses personales que afecten el resultado de la evaluación.
- Información suficiente: no necesariamente completa debido a que puede haber saturación o abundancia de información no completamente relevante, debe existir un balance entre lo ideal y lo viable.
- Validez: tiene que ver con la calidad y la estabilidad de la información
  - Calidad: hace referencia a que la información debe ser adecuada al uso que se hará de ella.
  - Estabilidad: pretende que los resultados no varíen con el evaluador, con la manera con que se efectúa la evaluación o con los instrumentos utilizados.
- Confiabilidad: la calidad de la información es condición necesaria mientras que la estabilidad es condición suficiente para la confiabilidad.

Por su parte, Sánchez Guerrero<sup>39</sup> la considera como una función que tiene como papel brindar las bases para una acertada toma de decisiones. A partir de un proceso de descomposición sistémica como el mencionado en el subcapítulo anterior, el autor ubica a la evaluación de decisiones planeadas dentro del sistema de gestión, y a su vez dentro del subsistema de toma de decisiones.

En cuanto a los planeadores, menciona como lo hacen Rittel y Webber, la importancia de considerar que ellos están afectados por actitudes, objetivos personales, valores, necesidades, intereses, criterios, prejuicios, restricciones y modos particulares de indagación, lo cual hace al proceso de evaluación muy sensible.

La figura 5 del subcapítulo anterior muestra los niveles de planeación a los cuales también alude el autor en su material e indica que necesariamente debe haber un subsistema de evaluación para cada uno de ellos, variando el decisor principalmente, en la planeación normativa el político es el tomador de decisiones, en el nivel estratégico lo es el planeador y para el nivel táctico lo es algún analista enfocado a la obtención de metas a corto plazo. Obviamente para cada nivel la evaluación aumenta en complejidad y en la prolongación de tiempos límite para tomar decisiones, por lo que los subsistemas de evaluación deben contar con las características mencionadas anteriormente para brindar de manera oportuna juicios para la toma de decisiones.

Al ser concebida desde el punto de vista sistémica, la evaluación también sigue el proceso de decisiones racionales bajo una estructura lógica como lo apunta Bishop. En este caso el subsistema de evaluación según Sánchez Guerrero está integrado por tres funciones sustantivas: la formulación del problema, la propuesta y diseño de soluciones y el control de resultados. A cada una corresponde respectivamente la evaluación diagnóstica, evaluación ex – ante y evaluación ex – post.

---

<sup>38</sup> Cohen, Ernesto; Franco, Rolando; Evaluación de Proyectos Sociales; Ed. Siglo XXI; Capítulo 4: Evaluación: concepto y Especificidad; pág. 73.

<sup>39</sup> Sánchez Guerrero, Gabriel; Un Marco Teórico para la Evaluación; Cuadernos de Planeación y Sistemas 8; UNAM.

La evaluación diagnóstica es la instancia en la cual se desea conocer el objeto a evaluar, y aquí la actitud del evaluador es básicamente crítica, comprometida y con gran capacidad de síntesis; sus funciones básicas están orientadas a contrastar con base en el estado actual, la situación pasada y sus posibles tendencias, contra un patrón de referencia y estados deseados, con el propósito de detectar no solo los desajustes actuales sino los posibles a presentarse.

La evaluación ex – ante según Cohen y Franco<sup>40</sup> tiene por finalidad proporcionar criterios racionales para una crucial decisión cualitativa: si un proyecto debe implementarse o no. Según Sánchez Guerrero es una instancia pocas veces realizable debido al incremento de complejidad al buscar traducir en objetivos los resultados de la evaluación. Debe contestar preguntas como ¿Cuáles serán los impactos de los diseños sobre los involucrados del sistema y las posibles reacciones de los mismos? Y ¿Qué tanto se contribuirá a alcanzar los resultados esperados de acuerdo a los criterios establecidos y las restricciones? Su finalidad es determinar principalmente el grado de factibilidad para llevar a cabo un proyecto.

La siguiente figura muestra a la desagregación de este proceso de evaluación del sistema de decisiones planeadas:

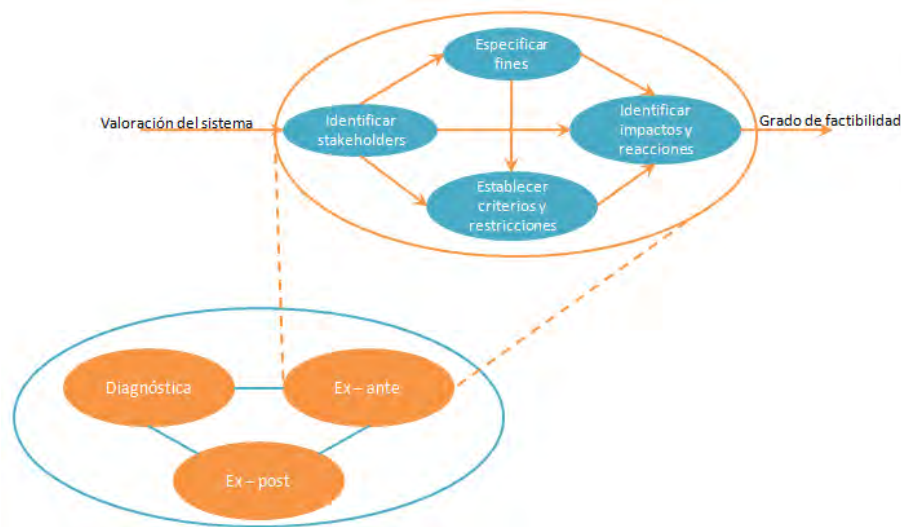


ILUSTRACIÓN 23: DESAGREGACIÓN DEL PROCESO DE EVALUACIÓN EX – ANTE DEL SISTEMA DE DECISIONES PLANEADAS

Figura 8: Desagregación del proceso de evaluación ex – ante del sistema de decisiones planeadas<sup>41</sup>.

La evaluación ex – post se realiza durante o al término de la operación, para vigilar el rumbo del sistema hacia los resultados buscados y para detectar los problemas derivados desde la puesta en marcha debido al diseño o a nuevas situaciones. Es la instancia más utilizada, debido a que usualmente se busca corregir el rumbo de algún sistema que va en dirección equivocada; sin embargo su finalidad no es exclusivamente la identificación de causas y desajustes, sino que debe utilizarse para mantener un control que permita al sistema adaptarse en caso de ser necesario, ya sea por la generación de una nueva oportunidad (circunstancias positivas debido a la presencia de una coyuntura dinámica) o para corregir el rumbo.

<sup>40</sup> Ibidem. pág. 109.

<sup>41</sup> Ibidem. pág. 20.

Este trabajo se enfocará a la evaluación ex – ante, para la medición de los probables impactos, tanto positivos como negativos, que un proyecto de infraestructura ferroviaria puede acarrear al ser implementado.

Todo lo descrito hasta ahora se encuentra descrito a nivel metodológico, y por lo tanto teóricamente puede ser aplicado a cualquier sistema, sin embargo existe una gran diferencia cuando el factor humano entra en cuestión, por lo que cabe señalar la diferencia que Cohen y Franco<sup>42</sup> hacen entre la evaluación privada y la evaluación social:

La evaluación privada considera una unidad económica concreta, donde los costos y beneficios son valorados como fenómenos de mercado; a su vez tiene dos enfoques: la evaluación económica que asume que todo el proyecto se lleva a cabo con capital propio (capital de riesgo de los inversionistas) y la evaluación financiera, que considera un porcentaje de la inversión necesaria como préstamo y permite determinar la rentabilidad del capital propio invertido, que muchas veces aumenta; el préstamo se considera como un ingreso y los intereses y amortizaciones como costos financieros.

Para la evaluación social interesa el flujo de recursos reales utilizados y producidos por el proyecto. Los costos y beneficios sociales podrán ser distintos de los contemplados por la evaluación privada económica porque los precios de los bienes y servicios difieren del que paga o recibe el inversionista privado y porque partes de los costos o beneficios recaen sobre terceros (externalidades). Es posible distinguir dos corrientes de evaluación social:

La primera es la evaluación económica o de eficiencia cuyo objetivo es determinar el impacto que el proyecto produce sobre la economía.

La segunda es la evaluación social propiamente dicha, que se diferencia de la anterior por incorporar explícitamente el problema distribucional dentro de la evaluación. En este enfoque los destinatarios del proyecto y los perceptores de los beneficios que genera ocupan un papel central. La evaluación debe estar vinculada a la planificación, traduciendo las políticas vigentes en criterios concretos para el análisis de la inversión pública.

Generalmente una evaluación social se inicia efectuando una evaluación económica de los costos y beneficios privados de los proyectos, enseguida se introducen correcciones a los valores privados y se agregan costos y beneficios que el inversionista privado no considera cuando toma sus decisiones de inversión. Los valores privados corregidos constituyen los beneficios y costos directos, mientras que los costos agregados dan origen a los costos y beneficios indirectos (externalidades) y a los intangibles. Además de lo anterior en la evaluación social los impuestos y subsidios se consideran como pagos de transferencia. Los impuestos se consideran como beneficios que el proyecto transfiere a la sociedad, y los subsidios son costos porque representan un sacrificio de recursos que realiza la sociedad para que un proyecto se implemente; también en la evaluación social los intereses de capital no se deducen del rendimiento bruto.

Las externalidades, o costos y beneficios secundarios, corresponden a los beneficios y costos que un proyecto descarga sobre terceros y que no se observan en el mismo. La consideración de éstos permite incorporar criterios adicionales para la toma de decisiones.

---

<sup>42</sup> Ibidem. pág. 180.

Finalmente en abordaremos el ciclo de vida de los proyectos. Diversos autores hacen alusión a la sucesión de etapas y en general son muy similares. La propuesta de Cohen y Franco<sup>43</sup> distingue tres estados básicos:

- Preinversión:
  - Idea del proyecto: existen distintos tipos de orígenes, puede tratarse de: políticas sectoriales que se plasman en estrategias, la existencia de necesidades insatisfechas, potencialidades de utilización de recursos, la conveniencia de complementar otras acciones, etc.
  - Perfil: Utilizando los datos disponibles se plantean alternativas básicas de implementación y se analiza su viabilidad técnica, efectuándose también una primera estimación de los costos y beneficios. Lo anterior supone realizar estimaciones cuantitativas sobre el mercado y la demanda insatisfecha, la localización espacial, aspectos técnicos, magnitud de inversión, aspectos financieros y organización necesaria.
  - Prefactibilidad: se estudian con mayor detalle las alternativas viables para la concreción del proyecto, recabándose los datos para su análisis. Los principales aspectos a incluir son el estudio de mercado, análisis técnico, localización y escala, determinación de gastos e ingresos para la vida del proyecto, requerimientos organizacionales y restricciones legales, momento óptimo, etc.
  - Factibilidad: con la prefactibilidad se identifica la alternativa más viable, que será desarrollada detalladamente en el análisis de factibilidad, optimizando la asignación de recursos hasta la operación del proyecto, incluyendo la obra física, el programa de desembolsos y la organización requerida para la construcción, puesta en marcha y operación.
- Inversión:
  - Diseño: su aspecto central es el desarrollo de los detalles de la ejecución, considerando todos los requerimientos y especificaciones de ingeniería y arquitectura.
  - Ejecución: es el proceso de asignación de los insumos previstos para conseguir los productos programados en cada una de las fases de la obra, de acuerdo al cronograma y ruta crítica.
- Operación: comienza cuando la obra física ha concluido, permitiendo la obtención de productos finales.

---

<sup>43</sup> Ibidem. pág. 175.

### 3 ESQUEMAS DE FINANCIAMIENTO E INVERSIÓN

---

La inversión es el capital que un ente, en términos fiscales las personas físicas y morales por ejemplo, destina para un determinado proyecto con el fin de aumentar dicho capital en un porcentaje que es generalmente directamente proporcional con el nivel de riesgo que el proyecto posee. Las cuentas de ahorro de los bancos se pueden considerar inversión segura y por lo tanto con ganancias bajas, mientras que en proyectos de construcción de infraestructura donde el riesgo es más grande y a más largo plazo, el monto de ganancias obtenidas será mayor.

Anteriormente el Estado se encargaba del financiamiento, construcción, operación y mantenimiento de los proyectos de infraestructura que el país requería, sin embargo esto derivaba en la burocratización de los servicios y el mal manejo de los recursos, además del hecho de que el Estado no es experto y muchas veces ni siquiera está capacitado en ciertos procesos constructivos, operativos y/o productivos.

A raíz de lo anterior se han creado diversos esquemas que involucran a la iniciativa privada en una o varias partes de los procesos de inversión, construcción, operación y mantenimiento; ejemplos claros de estos esquemas son la *privatización*, que consiste en otorgar permisos a empresas privadas para prestar un servicio que el Estado tendría que prestar como las telecomunicaciones; las *enajenaciones* son otro ejemplo, en estos casos el Estado vende a empresas privadas infraestructura por su valor de activo remanente con el fin de que éstas inviertan en el mantenimiento y operación de éste, así como en la prestación del servicio a la población a cambio de una tarifa que pretende remunerar la inversión de éstas; los *concursos públicos* de construcción son otro esquema en el cual el gobierno presenta un proyecto y las características esenciales de éste y, donde cualquier empresa que certifique su capacidad para llevar a cabo el proyecto, ya sea individual o colectivamente, puede presentar una propuesta en la cual establece los procesos, tiempos, calidad de materiales, y ganancia que pretende obtener por la construcción de dicho proyecto, el gobierno evalúa las distintas propuestas bajo las características anteriores y elige aquella que considere la más efectiva, a este tipo de esquemas, cuando no consideran la operación de la infraestructura son conocidos como “llave en mano”, ya que la empresa privada entrega el proyecto terminado y listo para la operación por parte de Estado o una empresa paraestatal dedicada especialmente a la operación, como es el caso de las presas hidroeléctricas; las *concesiones* son otro tipo de esquemas y muchas veces se les conoce por sus siglas en inglés BOOT (Build – Operate – Own – Transfer), en estos esquemas una entidad privada recibe el permiso del sector público de financiar, diseñar, construir y/u operar instalaciones o vías de comunicación establecidas en un contrato de concesión. Estos esquemas generalmente permiten a la empresa privada recuperar su inversión con una ganancia considerable pero a muy largo plazo y conllevan un riesgo muy grande por lo que es obligación del inversionista identificar dichos riesgos y diversificarlos de la mejor manera posible, involucrando partes capaces de reducir riesgos particulares, obviamente a costa de la reducción de sus ganancias.

El caso de los ferrocarriles en México, como ya se explicó en el primer capítulo, se trata de concesiones donde la infraestructura fue repartida en distintos contratos de concesión y que es operada por empresas privadas, sin embargo son reguladas tanto operativa como comercialmente por órganos de gobierno y están sujetas a un período de 50 años con opción a renovación. En este caso la construcción no corrió a cargo de las empresas privadas, sin embargo los concesionarios tienen la posibilidad de expandir la red ferroviaria siempre y cuando el gobierno lo apruebe y por

medio de inversiones propias, manteniendo las condiciones de competencia y evitando aquellas que tiendan a monopolizar el servicio de transporte.

### 3.1 FINANCIAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA EN EL EXTRANJERO<sup>44</sup>

---

En las grandes economías, los recursos financieros destinados a la construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de transporte, provienen principalmente de diferentes esquemas institucionales, donde se involucran tanto el sector público como el privado.

En Alemania, la Ley Básica (*Grundgesetz*) en su artículo 87 confiere la responsabilidad de las vías principales de transporte, como son las carreteras, vías ferroviarias y canales, al gobierno federal. Aún así, la Corporación Alemana de Ferrocarriles (DBAG<sup>45</sup>) establecida en 1994, se desarrolla como una compañía operativa de transporte.

En Francia, la Ley Básica de Transporte Doméstico (LOTI<sup>46</sup>) responsabiliza a las organizaciones del Estado la construcción, mantenimiento y administración de las instalaciones fundamentales de transporte, sin embargo, delega la construcción y operación de caminos con peaje a compañías privadas o a PPP's. Estas organizaciones se establecen bajo el auspicio del gobierno, pero por su estructura pueden considerarse como pertenecientes al sector privado.

En Estados Unidos y el Reino Unido, también se aplican las políticas de asociaciones público – privadas; mientras que en Japón, la construcción, operación y administración de vías férreas es manejada casi en su totalidad por compañías privadas.

En general en los cinco países mencionados, a partir de la década de los 90's, se ha generado una separación muy marcada entre la infraestructura y la operación, delegando los gobiernos principalmente la última al sector privado.

El tipo de esquema de inversión que se maneja, depende principalmente de los siguientes tres conceptos:

- 1) El equilibrio entre la competitividad del mercado y la intervención del Estado a través de sus políticas.
- 2) El reconocimiento de todos los beneficios sociales que impactan debido al mejoramiento de los sistemas de transporte.
- 3) La determinación de un propósito a alcanzar a partir del mejoramiento de los sistemas.

Los primeros dos puntos están estrechamente relacionados. Se ha demostrado que la competencia es fundamental para el transporte, ya sea en este caso para modos de transporte como puede ser el carretero y el ferroviario, o dentro de los modos de transporte, como puede ser la competencia comercial entre los concesionarios ferroviarios, debido a que ésta permite desencadenar una carrera de las empresas privadas para mejorar los servicios y/o reducir los costos para obtener más mercado, lo que conlleva indiscutiblemente a la mejoría del sistema en

---

<sup>44</sup> Nakagawa, Dai; Matsunaka, Ryoji; Funding Transport Systems; 1° Ed.; 1997; pág.9 – 10, 20 – 23.

<sup>45</sup> por sus siglas en alemán, *Deutsche Bahn Aktien Gesellschaft*

<sup>46</sup> por sus siglas en francés, *Loi d'Orientation des Transport Intérieurs*



su totalidad; sin embargo esto debe estar regulado por políticas públicas que dirijan los esfuerzos en pos del bien social, ya que al tratarse en este caso de una actividad económica que afecta a la generalidad de la población, es necesario reducir las externalidades que el sector privado no considera bajo su propio punto de vista. La decisión política de optar por el libre mercado o políticas estrictas de intervención depende de la naturaleza de los beneficios que arrojará un sistema de transporte mejorado. Puede haber *stakeholders* que no son usuarios del sistema y sin embargo sean afectados por los cambios ambientales; así como aquellos que se ven beneficiados por el incremento del valor de los terrenos aledaños a una futura vía de comunicación.

El tercer punto se refiere a objetivos más abstractos como puede ser la visión que cada país maneja; aquél país que considere al transporte como herramienta estratégica para propiciar la conectividad interna y para canalizar los esfuerzos hacia la producción y exportación de determinado recurso, seguramente requerirá regularlos más estrictamente por medio de intervención; aquellos que pretendan abrir sus mercados tenderán más a la competitividad que impulsa la intervención del sector privado.

Un punto importante que afecta la inversión en infraestructura y operación del transporte es la necesidad por parte del sector público de subsidiarlo; la decisión de hacerlo depende del propósito que se conciba para el transporte a nivel país.

### 3.2 ESQUEMAS DE FINANCIAMIENTO PÚBLICO – PRIVADO

---

El financiamiento público – privado PPP (Public – Private Partnership) consiste en un servicio público auspiciado y operado por medio de una asociación entre el gobierno y una o más empresas privadas. El PPP involucra un contrato entre alguna autoridad del sector público y un ente privado, en el cual éste proporciona un servicio público o lleva a cabo un proyecto y asume riesgos financieros, técnicos y operativos sustanciales. En algunos tipos de PPP el costo del servicio se transfiere a los usuarios (como el caso de las autopistas de cuota) y no está sujeto a la recaudación fiscal del estado. En otros tipos la inversión de capital recae en el sector privado así como la procuración de un servicio público, mientras que el costo de dicho servicio recae en el sector público como en los PFI (Private Finance Initiative). También se puede considerar como PPP a aquellos esquemas en que las contribuciones del gobierno son activos. En proyectos de infraestructura el gobierno puede proveer un subsidio o garantizarle al inversionista privado un mínimo de ganancias por un determinado período.

Generalmente, una asociación de esta naturaleza forma un SPV (Special Purpose Vehicle), que es un ente que coordina y se responsabiliza por el proyecto en su totalidad y el cual incluye a todas las partes involucradas que acarrearán el riesgo como son los constructores, supervisores, aseguradoras, bancos, operadores y mantenimiento, entidad reguladora gubernamental, etc.

Una controversia común con los PPP es el nivel de ganancias que obtienen los inversionistas privados el cual generalmente supera las tasas fijas de bonos del Estado, como son los CETES, no obstante que en algunos esquemas el mayor riesgo, tanto económico como social, lo lleva el sector público. Una forma de mitigar estas controversias es ir más allá de la consideración del nivel de deuda que se adquiere y considerar también el valor del dinero en el tiempo por medio de proyecciones a futuro que reflejen el comportamiento y las ganancias que podrá arrojar el

proyecto, lo cual implica riesgo y de alguna manera justifica que el nivel de ganancia por parte de los inversionistas privados sea mayor que el que obtendría el sector público.

---

### 3.3 INVERSIÓN PÚBLICA

---

El capital de riesgo aportado por los inversionistas privados y su capacidad de generar ganancias por el simple hecho de pertenecer a dichos inversionistas generalmente se mide con una tasa de oportunidad que, como se mencionó en el capítulo anterior, suele ser alta; sin embargo cuando se requiere de una aportación por parte de una entidad gubernamental o por alguna organización internacional que fomente el desarrollo de países a través de préstamos para promover proyectos se ocupa una tasa menor, ya que si fuera mayor no convendría al inversionista solicitar dicho apoyo.

Algunas de las entidades a las que un inversionista puede acudir se caracterizan brevemente a continuación:

---

#### 3.3.1 INSTANCIAS DE FINANCIAMIENTO

---

##### 3.3.1.1 BANCO MUNDIAL<sup>47</sup>

---

El Banco Mundial es una organización internacional propiedad de 187 países miembros y está formada por dos instituciones de desarrollo, el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) y la Asociación Internacional de Fomento (AIF). El primero centra sus actividades en los países de ingreso mediano y países pobres con capacidad crediticia mediante la promoción del desarrollo sostenible con préstamos, garantías, productos de gestión de riesgos y servicios analíticos y asesoramientos; obtiene la mayoría de sus fondos en los mercados financieros mundiales; el AIF por su parte, tiene como objetivo reducir la pobreza otorgando préstamos sin interés y donaciones para programas que fomenten el crecimiento económico, reduzcan las desigualdades y mejoren las condiciones de vida de la población, es una de las mayores fuentes de asistencia para los 79 países más pobres del mundo, presta créditos en condiciones concesionarias, lo que implica que éstos no generan intereses y el plazo de su reembolso se extiende entre 35 y 40 años, incluyendo un período de gracia de 10 años.

En el caso de México, pertenecería al grupo de países de ingreso mediano, por lo tanto los requerimientos de financiamiento se tendrían que gestionar con el BIRF; sus principales características son:

- Respalda las necesidades de desarrollo humano y social a largo plazo que las fuentes de crédito privadas no financian.
- Preserva la solidez financiera de los prestatarios, ofreciéndoles respaldos en los períodos de crisis.
- Aprovecha el efecto multiplicados del financiamiento para promover las reformas normativas e institucionales clave, como redes de protección social o lucha contra la corrupción.

---

<sup>47</sup> <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES>

Para aumentar su efecto en países de ingreso mediano, el BIRF trabaja en estrecha colaboración con la Corporación Financiera Internacional (IFC), El Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones (MIGA), el Fondo Monetario Internacional (FMI) y otros bancos multilaterales de desarrollo.

Las tasas de interés que del Banco Mundial, para créditos posteriores al 2010, son las siguientes:

Average Maturity [years]	Variable Spread			Fixed Spread		
	Up to 12	Greater than 12 to 15	Greater than 15 to 18	Up to 12	Greater than 12 to 15	Greater than 15 to 18
USD	LIBOR + 0.28%	LIBOR + 0.38%	LIBOR + 0.48%	LIBOR +0.60%	LIBOR + 0.85%	LIBOR + 1.15%
EUR	EURIBOR + 0.28%	EURIBOR + 0.38%	EURIBOR + 0.48%	EURIBOR + 0.60%	EURIBOR + 0.85%	EURIBOR + 1.15%
JPY	LIBOR + 0.28%	LIBOR + 0.38%	LIBOR + 0.48%	LIBOR +0.50%	LIBOR + 0.75%	LIBOR + 1.05%
<b>Front-End Fee</b>	<b>0.25%</b>					

TABLA 3: TABLA DE TASAS APLICABLES A LOS CRÉDITOS DEL BANCO MUNDIAL<sup>48</sup>

Como se puede observar las tasas son muy bajas y están basadas en la LIBOR a 6 meses, la cual es la Tasa Interbancaria Ofrecida de Londres<sup>49</sup> y tiene un promedio de 0.71%, mientras que la tabla anterior indica un rango de variación que va desde 0.28 hasta 1.15%.

Como se puede observar el Banco Mundial dirige su ayuda exclusivamente a los países, lo que quiere decir a sus gobiernos, por lo que para obtener ayuda de esta instancia es preciso hacerlo a través de las instituciones correspondientes, ya que el crédito se consolida en un crédito integral al país.

### 3.3.1.2 BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO<sup>50</sup>

El BID es la principal fuente de financiamiento multilateral para el desarrollo económico, social e institucional sostenible de América Latina y el Caribe. Fue fundado en 1959 y ofrece tanto préstamos como donaciones, asistencia técnica e investigación. Cuenta con 48 países miembros y 26 prestatarios de sus servicios, dentro de los que se incluye México.

El grupo del BID está integrado por el Banco Interamericano de Desarrollo, la Corporación Interamericana de Inversiones (CII) que se encarga principalmente de apoyar a la pequeña y mediana empresa, y el Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN) que promueve el crecimiento del sector privado mediante donaciones e inversiones, con énfasis en la microempresa.

El BID persigue cinco estrategias: política social para la igualdad y la productividad, infraestructura para la competitividad y el bienestar social, instituciones para el crecimiento y el bienestar social, integración internacional competitiva a nivel regional y mundial y protección al medio ambiente y respuesta al cambio climático y aumento a la seguridad alimentaria.

<sup>48</sup> <http://treasury.worldbank.org/bdm/htm/ibrd.html>

<sup>49</sup> London Interbank Offered Rate

<sup>50</sup> <http://www.iadb.org/>

Las políticas de operaciones del BID se dividen en dos para efectos de su difusión: políticas operacionales generales que son comunes a todas las actividades de financiamiento, y las políticas sectoriales con lineamientos específicos sobre los distintos sectores de actividad. La política de adquisiciones del Banco regula las normas y procedimientos para la licitación de contratos de bienes y servicios para los proyectos financiados por el Banco.

El BID apoya a sus clientes en el diseño de proyectos. Además proporciona financiamiento, cooperación técnica y servicios de conocimiento para apoyar las intervenciones de desarrollo. Los proyectos identifican los motivos de la intervención propuesta, las acciones que el banco apoyará y los resultados esperados. Ha adoptado criterios y metodologías específicas para asegurar que sea capaz de: medir el logro de una intervención, efectuar el seguimiento de un proceso de un proyecto, con especial atención en las medidas aplicadas y su posterior impacto y, presentar evidencias que expliquen cómo funciona y por qué en las intervenciones de desarrollo.

La estrategia de infraestructura para la competitividad y el bienestar social busca lo siguiente:

Prioridades sectoriales	Participación continua	Áreas de desarrollo
Servicios básicos	Inversiones en infraestructura para ampliar el acceso a servicios de agua y saneamiento.	Gobernanza y eficiencia del sector del agua y saneamiento, gestión de desechos.
Infraestructura productiva	Ampliación de la infraestructura de transporte y energía	Alternativas de transporte sostenibles en zonas urbanas, eficiencia energética.

TABLA 4: ESTRATEGIA DE INFRAESTRUCTURA PARA LA COMPETITIVIDAD Y EL BIENESTAR SOCIAL

La tasa de interés a la que el BID proporciona su capital BID integra como base la LIBOR a 3 meses, un margen fijo de rendimiento para el BID y un margen variable; lo anterior se desglosa a continuación:

Año/Trim.	3m-LIBOR	Margen Fijo	IDB Margen Variable	Tasa
2010 Q3	0.53%	1.43%	0.95%	<b>2.91%</b>
2010 Q2	0.30%	1.43%	0.95%	<b>2.68%</b>
2010 Q1	0.25%	1.43%	0.95%	<b>2.63%</b>
2009 Q4	0.28%	1.43%	0.95%	<b>2.66%</b>
2009 Q3	0.51%	1.43%	0.95%	<b>2.89%</b>

TABLA 5: TASAS DE INTERÉS CUATRIMESTRALES REQUERIDAS POR EL BID.

La opción de financiamiento con el BID es muy viable si se puede integrar dentro del crédito global que México pide como país y que por lo tanto goza de la tasa de interés baja mostrada anteriormente, sin embargo el buscar un financiamiento privado con el BID puede resultar atractivo y el resaltar beneficios sociales, ambientales y de crecimiento económico como impactos puede ayudar a reducir la tasa de interés que el banco aplique.

### 3.3.1.3 FONDO NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA<sup>51</sup>

<sup>51</sup> <http://www.banobras.gob.mx/productosyservicios/productos/Paginas/fonadin.aspx>

El FONADIN es el vehículo de coordinación del gobierno de México para el desarrollo de infraestructura en los sectores de comunicaciones, transporte, agua, medio ambiente y turismo. El Fondo apoya la planeación, diseño, construcción y transferencia de proyectos de infraestructura de impacto social o rentabilidad económica en los que participe el sector privado. Sus objetivos son: apoyar el desarrollo del Programa Nacional de Infraestructura, busca maximizar y facilitar la movilización de capital privado a proyectos de infraestructura, es una plataforma financiera para promover la participación del sector público, privado y social en el desarrollo de la infraestructura, toma riesgos que el mercado no está dispuesto a asumir, hace bancables proyectos con rentabilidad social y/o baja rentabilidad económica y busca otorgar financiamientos a largo plazo en condiciones competitivas. El FONADIN se constituyó con los recursos provenientes del Fideicomiso de Apoyo al Rescate Carretero (FARAC) y del fondo de Inversión en Infraestructura (FINFRA).

Los proyectos deben ser promovidos a través de algún ente del sector público, en este caso, la Secretaria de Comunicaciones y Transportes sería la encargada de promover y pedir financiamiento para proyectos de infraestructura de transporte. En el caso de los ferrocarriles, el Fondo se encuentra analizando dos proyectos: la Modernización del Ferrocarril Tijuana – Tecate en Baja California por un monto de 1,500 millones de pesos; y el Ferrocarril Chontalpa – Dos Bocas en Tabasco por 2,000 millones de pesos.

FONADIN cuenta con la opción de participar en fondos de capital de riesgo para infraestructura, añadiendo las ventajas de: efecto multiplicador en sus recursos, incrementa la cartera de apoyos recuperables, crear nuevas fuentes de financiamiento para futuros proyectos y permitir a promotores actuales liberar recursos para invertir en otros proyectos. El Fondo prevé en sus reglas de operación el poder participar hasta en un 20% por ciento en un fondo de este tipo y se pide que el tamaño mínimo del fondo sea de 100 millones de dólares.

También trabaja con los esquemas de Aportaciones No Recuperables, en los cuales apoya a dependencias del gobierno federal para la ejecución de proyectos de infraestructura; un esquema similar, el de las subvenciones, que busca maximizar la participación de capital privado en aquellos proyectos con baja rentabilidad financiera pero alta rentabilidad social, otorga la subvención aplicando los siguientes requisitos de elegibilidad:

- Contar con fuente de pago propia
- Proyectos en los que participen entidades del sector privado
- Presentar flujos de efectivo proyectados insuficientes para brindar una rentabilidad razonable a los inversionistas privados.
- Contar con el estudio de Factibilidad que demuestre su viabilidad técnica, social y financiera una vez considerada la aportación de la subvención.
- El apoyo solicitado no deberá exceder el 50% de la inversión total del proyecto, salvo en casos plenamente justificados.
- En su caso, el concesionario deberá aportar, como mínimo, el 25% de la inversión total del proyecto.

El FONADIN también otorga garantías con cargo a su patrimonio con el fin de facilitar el acceso al financiamiento bancario y bursátil de los proyectos de infraestructura. Las garantías consideran las modalidades siguientes:

- Primeras Pérdidas: Participación consistente en honrar la garantía en primer lugar o en un orden posterior, según se pacte, hasta agotar los recursos del Fondo específicos.
- Pari Passu: (*al mismo tiempo y en la misma medida*). Consiste en honrar la garantía en la parte proporcional convenida en la misma fecha en que lo hagan las otras entidades participantes.
- Últimos Pagos: Bajo esta circunstancia, en el incumplimiento del pago, el resto de los participantes deberán aportar sus recursos de garantía previamente a la aportación de Fondo, de acuerdo a las condiciones convenidas.
- Mixto: combinación entre “Primeras Pérdidas” y “Pari Passu”.

Garantías Bursátiles: Este tipo de garantías se otorgan para favorecer esquemas financieros mediante los cuales se emitan títulos de crédito respaldados con fuente de pago propia, provenientes de los derechos de cobro derivados de un título de concesión, permiso, contrato o autorización otorgado por entidades del sector público. Las garantías bursátiles que otorga el Fondo, deben reunir las características siguientes:

- Monto garantizado: hasta por el 50% del valor de la emisión
- Plazo: hasta por el plazo de la emisión
- Comisiones: Apertura y anual (en función del riesgo)

Garantías de Crédito: se consideran opciones elegibles, los créditos que otorgue la banca comercial y de desarrollo, a entidades del sector público y a entidades del sector privado que reciban alguna concesión, permiso u otros contratos que permitan asociaciones público privadas, por parte del sector público para construir, operar, explotar, conservar y/o mantener proyectos de infraestructura. Sus características son las siguientes:

- Monto garantizado: hasta por el 70% del crédito
- Plazo: hasta por el plazo del crédito
- Comisiones: Apertura y anual (en función del riesgo)

Como se vislumbra anteriormente, los esquemas de financiamiento que otorga BANOBRAS por medio del FONADIN son muy variados, por lo que las tasas de interés que se manejan varían de igual forma; sin embargo, para proyectos acorde con las pautas establecidas por el banco, en cuanto al fomento de infraestructura básica en el país, se manejan tasas entre 8 y 12%.

### 3.3.1.4 NACIONAL FINANCIERA<sup>52</sup>

La tarea primordial de Nacional Financiera (NAFINSA) es financiar proyectos de inversión de las micro, pequeñas, medianas y grandes empresas de los sectores industrial, comercial y servicios, así como a las personas físicas con actividad empresarial en todo el país. Desde 1989 otorga recursos financieros y garantías, principalmente como banco de “Segundo Piso”, además de ser agente financiero del gobierno federal en lo relativo a negociación, contratación y manejo de créditos al exterior, cuyo objetivo es fomentar el desarrollo económico; así como ofrecer servicios fiduciarios a los sectores público y privado. Debido a lo anterior el gobierno federal ha convertido a NAFINSA en el principal detonador de financiamiento y servicios de apoyo destinados a este segmento del aparato productivo nacional.

<sup>52</sup> <http://www.nafin.com/portalfn/content/otros/faqs/faqs-gral.html>

NAFINSA ha pasado por varias etapas, y al ser un ente cuyo objetivo es encaminar el desarrollo de la economía del país, cada etapa ha estado enfocada a distintas estrategias; en 1933 se buscaba reincorporar los bienes inmuebles adjudicados al gobierno y a los antiguos bancos de emisión, además logró intervenir crediticiamente en la emisión y colocación de acciones y bonos industriales; en una etapa posterior se buscó establecer el desarrollo de la infraestructura del país y la promoción de la inversión productiva, emitiendo bonos de participación diseñados para financiar obras de riego, caminos y puentes, ferrocarriles, aeropuertos e infraestructura urbana, así como brindar apoyo a empresas industriales de materias primas y servicios. En la etapa de sustitución de importaciones, se buscó el desarrollo productivo de la economía, para lo que se crearon fideicomisos de fomento para el turismo, minería, ingenios azucareros, adiestramiento de mano de obra, estudios de preinversión y fomento ejidal para plantas industriales. En las décadas de los 80's y 90's se enfocó principalmente a apoyar las necesidades de las PyMES, mediante la integración de sus diversos fideicomisos en programas institucionales específicos; la incorporación de intermediarios financieros no bancarios para ampliar la red de canalización de recursos; la creación de sociedades de inversión de capital como opciones distintas al crédito, así como el otorgamiento de capacitación y asistencia técnica. En 1985, el ejecutivo federal decretó la transformación de Nacional Financiera S.A. en Nacional Financiera, Sociedad Nacional de Crédito Institución de Banca de Desarrollo y al siguiente año se publicó su Ley Orgánica. Aunado a lo anterior, actualmente se busca la reingeniería de procesos y la innovación tecnológica. Durante 2003, NAFINSA certificó bajo la norma ISO 9001:2000 sus 18 procesos; en los mercados financieros, la institución continúa siendo uno de los operadores más grandes del país, en el caso de mercado de cambios ocupa un lugar importante como banca de desarrollo. Actualmente, a través de tres canales, las cadenas productivas de las grandes empresas, los intermediarios financieros y la fábrica electrónica de crédito, se ha atendido a más de un millón de clientes; se han impulsado innovadores esquemas para financiar grandes proyectos de infraestructura estratégica, así como programas de garantías bursátiles que apoyan la colocación de empresas en los mercados de capital. Se estima que para 2012 se siga ampliando la derrama crediticia, incorporando nuevos canales y productos, buscando que la cartera de créditos con garantías ascienda a un valor de 160,121 millones de pesos.

La siguiente tabla enlista las tasas promedio que otorga NAFINSA para créditos enfocados principalmente a PyMES, durante el año 2010:

<b>Mes [2011]</b>	<b>Tasa</b>
Enero	4.88%
Febrero	4.85%
Marzo	4.85%
Abril	4.85%
Mayo	4.85%
Junio	4.85%
Julio	4.85%
Agosto	4.85%
Septiembre	4.80%

TABLA 6: TASAS DE INTERÉS PARA LOS CRÉDITOS OTORGADOS POR NAFINSA<sup>53</sup>

<sup>53</sup> <http://www.nafin.com/portalnf/content/sobre-nafinsa/informacion-financiera/tasa-nafin.html>

## 4 METODOLOGÍAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA VIABILIDAD

---

### 4.1 EVALUACIÓN FINANCIERA

---

#### 4.1.1 PRINCIPALES INDICADORES DE LA RENTABILIDAD

---

Existe una gran variedad de métodos de valoración, como son la cuantificación del capital contable, el tiempo de recuperación de una inversión, las utilidades percibidas a lo largo del ciclo de vida del proyecto, etc.; sin embargo el método más utilizado actualmente es el del valor presente neto a partir de flujos de efectivo.

##### 4.1.1.1 VALOR PRESENTE NETO

---

El valor presente neto es el principal indicador financiero. Se basa en la suposición del valor de oportunidad, que es la valoración de bienes a partir de la capacidad potencial de producir riquezas en el futuro, y no solamente de su valor de mercado. Matemáticamente es únicamente la transformación de flujos de efectivo futuros durante la vida de un proyecto, o la operación de un negocio, a valores actuales, de manera que sean comparables en un mismo punto.

Lo anterior se realiza *descontando* los flujos de efectivo futuros mediante la proposición de una tasa de descuento. Según Cohen y Franco<sup>54</sup>, si los costos y beneficios de un proyecto se produjeran al mismo tiempo no sería necesario tomar en cuenta la dimensión temporal. Sin embargo los proyectos generalmente enfrentan costos a lo largo del tiempo antes de comenzar a producir beneficios, por lo tanto es necesario traducir los costos y beneficios a un mismo punto.

La tasa de descuento tiene por objeto traducir a un valor presente los costos y beneficios que resultarán del proyecto en el futuro. Ello se basa en dos supuestos: los individuos prefieren recibir los beneficios antes y los recursos que se invierten hoy en proyectos alternativos generarán beneficios en el futuro. El argumento central es la preferencia por disponer de una suma de dinero hoy y no en cualquier momento del futuro, existen tres razones: si existe inflación ese monto tendrá menor valor en el futuro; ese monto también puede ser invertido hoy en el mercado financiero y generar una rentabilidad igual a la tasa de interés vigente y el dinero que se posee hoy es un hecho, mientras que su posesión en el futuro está afectada por un factor de riesgo.

La tasa de descuento debe ser mayor o igual a la tasa de oportunidad del inversionista que pretende participar en un proyecto, ya que de lo contrario no resultará atractivo invertir en un proyecto que no arroja rendimientos superiores o aunque sea iguales a los que su capacidad de generar riqueza le permite.

El valor presente neto entonces es un número que representa el valor monetario adicional (o las pérdidas) sobre un bien valorado. Cuando el VPN es igual a cero esto quiere decir que el bien valorado solamente arrojará rendimientos de acuerdo a la tasa de oportunidad con la que se descontó; cuando es mayor a cero, significa que el bien valorado arrojará esa cantidad adicional sobre los rendimientos esperados por la tasa de oportunidad descontada y de igual manera,

---

<sup>54</sup> Cohen, Ernesto; Franco, Rolando; Evaluación de Proyectos Sociales; Ed. Siglo XXI; Capítulo 10: Análisis Costo – Beneficio; pág. 191.



cuando es negativo, es la cantidad que dejará de arrojar el bien, por lo tanto al inversionista le convendrá invertir su dinero en otra alternativa donde no pierda valor.

#### 4.1.1.2 LA TASA DE DESCUENTO

La tasa que se descuenta de cada flujo de efectivo en el modelo utilizado para obtener el valor presente neto de una serie de éstos generalmente es la tasa de oportunidad del inversionista; lo anterior dará como resultado, como se explicó anteriormente, un número positivo que significa el valor adicional que un flujo dará a un inversionista, además de lo que obtendría por invertir un monto en otra parte ganando un interés periódico con esa tasa; en caso contrario, puede ser un número negativo que signifique el decremento o la pérdida de valor que tendrá la inversión si ésta se descuenta con la tasa a la que invertiría el monto mencionado.

Un método usual para estimar esta tasa es el Modelo de Valuación de Activos de Capital<sup>55</sup> (CAPM<sup>56</sup>), el cual se basa en la relación entre el rendimiento esperado y el riesgo inminente de toda inversión; fue desarrollado por Sharpe y Litner y parte de las siguientes suposiciones: supone que los mercados de capital son altamente eficientes, así como el conocimiento de la misma información por parte de todos los actores, es decir, nadie cuenta con información privilegiada. El modelo considera una línea característica la cual surge de la proyección del comportamiento de un conjunto de valores cotizados en el mercado con respecto a dos dimensiones, el rendimiento de los valores o acciones y el rendimiento del portafolio en su conjunto; la pendiente de esta recta es la medida conocida como  $\beta$  (beta), geométricamente la  $\beta$  de cada acción representaría la influencia de ésta con respecto al portafolio en general, por lo que al considerar a éste en su conjunto, la  $\beta$  representa su contribución al riesgo del portafolios completo. En el caso de la bolsa mexicana de valores (BMV) cuyo principal indicador es el índice de Precios al Consumidor (IPC) las betas representan la influencia que tiene cada acción considerada para el cálculo de este indicador; el riesgo medido por este coeficiente se conoce como no sistemático ya que al diversificar un portafolios se incluyen diferentes acciones y por lo tanto el riesgo individual se disuelve. Finalmente el modelo considera aquel riesgo que no se puede diversificar ya que inherente al mercado global, por lo tanto:

$$\text{Riesgo Total} = \text{Riesgo Sistemático} + \text{Riesgo No sistemático}$$

Partiendo de lo anterior, un rendimiento esperado de un valor debe estar relacionado necesariamente con su grado de riesgo, lo cual implica que se ve afectado por ambos tipos; de lo anterior se obtiene la fórmula de CAPM para estimar las tasas de oportunidad:

$$r_e = r_f + \beta(r_m - r_f)$$

Donde:	$r_e$	Costo de Capital Propio/ Tasa de rentabilidad requerida
	$r_f$	Tasa libre de riesgo
	$r_m$	Rentabilidad del mercado

<sup>55</sup> Van Horne, James C.; Administración Financiera; Ed. Prentice Hall; 10° Ed.; págs. 64 – 75.

<sup>56</sup> Por sus siglas en ingles, *Capital Asset Pricing Model*

$\beta$  Beta de la empresa (medida de comportamiento de la empresa con respecto al mercado)

Una consideración importante del modelo anterior es que se está considerando únicamente capital de riesgo y su coste, es decir, el capital que un inversionista que lo posee pretende invertir para obtener un rendimiento relacionado al riesgo del proyecto dentro de un ambiente; sin embargo cuando el inversionista no posee la totalidad del capital o pretende voluntariamente acceder a un crédito o financiamiento por parte de un ente externo, entonces se debe incorporar el factor impuestos, que de hecho es benéfico para la estimación del flujo de efectivo, ya que al obtener un crédito, los intereses que se deben de pagar se restan al monto de utilidades gravables, por lo que la cantidad de impuestos a pagar es menor.

Para integrar el efecto anterior al cálculo de la tasa de oportunidad se utiliza el Promedio Ponderado del Costo de Capital (WACC<sup>57</sup>), el cual, como su nombre lo indica, es un promedio ponderado de las tasas de interés y de oportunidad, reduciendo a la primera el porcentaje de la tasa impositiva que afecte a los flujos de efectivo.

$$WACC = r_e \frac{A}{A + D} + i(1 - t) \frac{D}{A + D}$$

Donde:

- $r_e$  Rendimiento esperado (se puede utilizar el CAPM)
- $A$  Capital aportado por el inversionista
- $D$  Deuda financiera contraída
- $i$  Tasa de interés de la deuda
- $t$  Tasa impositiva sobre las utilidades

#### 4.1.1.3 TASA INTERNA DE RETORNO

---

La tasa interna de retorno es aquella que es inherente a un proyecto caracterizado por una serie de flujos de efectivo, es decir, es la rentabilidad total que arroja una serie de flujos de efectivo dados. Si la relacionamos con el valor presente neto, es la tasa que hace que este sea cero, sin embargo no necesariamente la TIR es igual a la tasa de oportunidad de un inversionista.

---

<sup>57</sup> Por sus siglas en ingles, *Weighted Average Cost of Capital*

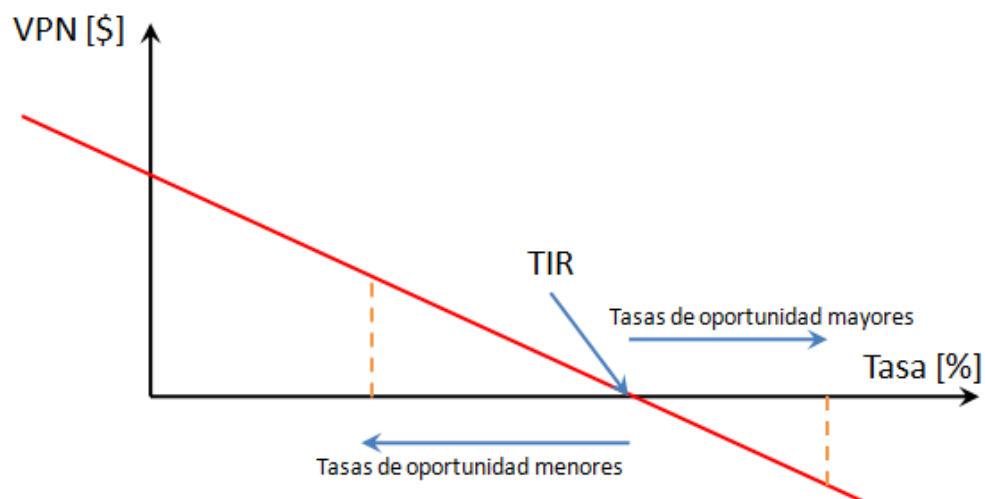


ILUSTRACIÓN 24: VALOR PRESENTE NETO Y TASA INTERNA DE RETORNO

La figura anterior ilustra el comportamiento de las tasas y el valor presente neto. La TIR siempre será la misma para un flujo de efectivo dado y solamente cuando el valor presente neto es igual a cero, la tasa de oportunidad y la TIR son iguales. Cuando las tasas de oportunidad de los inversionistas descienden, el valor presente neto aumenta, y entre mayor sea la distancia entre la tasa de oportunidad inferior y la TIR, mayor atractivo tendrá el inversionista en invertir en el proyecto. Por otra parte, si la tasa de oportunidad de los inversionistas es mayor a la TIR de un proyecto particular, entonces el valor presente neto será negativo para ese inversionista y por lo tanto no será atractivo, ya que él tiene la capacidad de generar como mínimo de riqueza lo que indica su tasa de oportunidad.

De lo anterior podemos concluir que la TIR es un indicador de rentabilidad inherente a algún proyecto específico y no depende de los sujetos o entes que inviertan en determinado proyecto. Esto limita en cierta manera al indicador, ya que hay inversionistas que pueden crear relaciones favorables y que ayuden a incrementar el valor de un proyecto, y la TIR no tiene forma de reconocer esos factores; para considerar esos efectos, el valor presente neto tiene la capacidad de valorar dichas relaciones favorables al incrementar los flujos de efectivo al incluir dichos efectos en las proyecciones de efectivo a futuro.

#### 4.1.1.4 PERÍODO DE RECUPERACIÓN

Este indicador refleja precisamente el momento en que los flujos de efectivo, que están compuestos por sumatorias de ingresos, egresos, pago de impuestos (afectados por depreciación), inversiones, capital de trabajo y valor de rescate, suman el total de la inversión inicial, y en teoría el inversor comienza a tener utilidades sobre ésta. Este indicador, a pesar de no reflejar el valor de oportunidad de una inversión, es muy utilizado porque indica el horizonte total de recuperación de la inversión y la magnitud de los pagos en ese tiempo. Cuando al inversor le interesa tener liquidez, este indicador es importante.

#### 4.1.2 EVALUACIÓN COSTO – BENEFICIO

Cohen y Franco<sup>58</sup> clasifican la evaluación de los proyectos en: aquéllos que tanto sus costos como todos sus beneficios pueden traducirse en unidades monetarias entonces se debe realizar un Análisis Costo – Beneficio; por otra parte aquéllos que no pueden ser valorados en moneda es mejor que sean analizados por Análisis Costo – Efectividad, donde se comparan los costos con la potencialidad de alcanzar los objetivos más efectivamente.

El Análisis Costo – Beneficio permite determinar la rentabilidad de los proyectos, comparando sus flujos financieramente. Para la identificación de los costos y beneficios de un proyecto es necesario identificar aquellos que son relevantes y definir un escenario base contra el cual comparar; por lo tanto se realizará un proyección de la situación actual sin el proyecto y la situación actual con el proyecto, derivando de la comparación entre éstas los beneficios o impactos que se obtendrán versus los costos del proyecto.

## 4.2 PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE PROYECTOS

---

La evaluación es una herramienta de la planeación que nos permite medir a partir de criterios y parámetros previamente establecidos, el desarrollo de un sistema que generalmente pretende alcanzar metas, objetivos e ideales. A pesar de que la evaluación, generalmente por el uso en demasía en este campo, se relaciona con la medición financiera de rendimientos sobre una inversión, sus alcances son mucho mayores, y no solo es deseable, sino cada vez más necesario, involucrar más aspectos a las evaluaciones financieras, de manera que se consideren todos los elementos que serán afectados y que pueden afectar un proyecto, en este caso de infraestructura.

Existen muchas metodologías que pretenden incorporar tantos elementos relevantes como sea posible a la evaluación, e incluso hay algunas que consideran que proyectos en pro del beneficio social no deben considerar como su principal indicador la rentabilidad o costos financieros, sino los beneficios económicos como generación de riqueza para la población, impulso de procesos productivos, mitigación de problemas ambientales, etc.

La evaluación Costo – Beneficio es una metodología que busca relacionar y dimensionar adecuadamente los costos de algún proyecto o programa con los beneficios de todos los aspectos que éste pueda tener en su área de impacto, tanto directa como indirectamente. En este caso, esta metodología pretende traducir los beneficios a indicadores cuantitativos que puedan medirse en una escala económica, para de esta manera poder hacer comparables ambas caras de la evaluación; sin embargo hay derivaciones de la metodología, como la Efectividad – Costo, que busca medir y considerar aquellos aspectos cualitativos que son imposibles de traducir a escalas monetarias, y que sin embargo son importantes de considerar; para esto se debe tener una meta u objetivo deseable expresado en términos cualitativos comparables con la escalas de medición de los aspectos considerados, no importando que no sean comparables directamente con los costos, que generalmente sí se expresan en términos monetarios.

Es importante que, para evaluar sistémicamente, no se excluyan criterios importantes que afecten a distintos grupos interesados/afectados, ya que actualmente, difícilmente un proyecto tendrá

---

<sup>58</sup> Cohen, Ernesto; Franco, Rolando; Evaluación de Proyectos Sociales; Ed. Siglo XXI; Capítulo 10: Análisis Costo – Beneficio; pág. 171, 181.

impacto en un solo *stakeholder* que busque solo un objetivo; normalmente un proyecto impactará a varios *stakeholders* y éstos tendrán varias metas y/u objetivos que perseguir.

---

#### 4.2.1 ANÁLISIS MULTICRITERIO

---

El desarrollo de la MCDA (Multicriteria Decision Aid, por sus siglas en inglés) se basa en la premisa de que la toma de decisiones rara vez se lleva a cabo persiguiendo una meta, bajo un criterio o un solo punto de vista, por lo que esta herramienta se enfoca en brindar apoyo al decisor en situaciones donde la búsqueda de múltiples objetivos o la restricción de múltiples criterios entran en conflicto y deben ser considerados simultáneamente.

Al igual que Rittel y Webber que hablan sobre el proceso de planeación, Zopounidis y Doumpos<sup>59</sup> se refieren a la importancia de distinguir entre problemas bien definidos que persiguen un solo objetivo, generalmente la optimización de una variable, y entre aquellos que no lo están y que por lo general el contexto dentro del que se desenvuelven está sujeto a la existencia de múltiples criterios, así como a la existencia de conflictos entre éste y los criterios mencionados; también se debe considerar que el proceso de evaluación es en sí complejo y subjetivo al estar sujeto a los juicios de un decisor. Los autores critican los principios de la persecución de un solo objetivo, en su campo de estudio, que es el financiero, sin embargo dichos problemas se pueden abstraer a cualquier campo donde se deba tomar una decisión sujeta a las características anteriores:

- Se remarca la existencia de alternativas para alcanzar diversos objetivos; el enfoque sistémico señala que no siempre la optimización de todas las partes de un sistema arrojará necesariamente la optimización del sistema en sí.
- Generalmente la optimización de algún objetivo, en este caso de la rentabilidad, es demasiado limitado, ya que no considera factores externos que también son importantes para el decisor.
- Finalmente se señala que en el mundo real, no existe la información necesaria y suficiente para poder modelar problemas que reflejen con exactitud la realidad, siempre estarán sesgados y carecerán de representatividad a medida que aumente la complejidad de la naturaleza de la toma de decisiones.

Según Ananda y Herath<sup>60</sup> el MCDM (Multi – Criteria Decision Making) incorpora criterios como los diferentes horizontes de tiempo, incertidumbre, riesgos, etc. El proceso que se lleva a cabo es similar al descrito en el capítulo dos, debido a que es una herramienta de evaluación. Éste consiste principalmente en definir los objetivos, la elección de criterios para medirlos, especificación de alternativas, transformación de las diferentes escalas de los criterios en unidades medibles y comparables entre sí, asignación de pesos a los criterios de manera que se refleje la importancia relativa entre ellos, es decir, las preferencias del decisor, posteriormente la aplicación de un algoritmo matemático para ranquear (jerarquizar) las alternativas de acuerdo a las preferencias definidas anteriormente y finalmente la elección de la mejor alternativa.

---

<sup>59</sup> Zopounidis, Constantin; Doumpos, Michael; Multi – criteria Decision Aid in Financial Decision Making: Methodologies and Literature Review; Journal of Multi – criteria Decision Analysis; págs: 167 – 186; 2002.

<sup>60</sup> Ananda, Jayanath; Herath, Gamini; A critical review of multi – criteria decisión making methods with special reference to forest management and planning; Ecological Economics 68 (2009), págs. 2535 – 2548.

La toma de decisiones multicriterio requiere una agregación apropiada de factores de decisión o criterios de evaluación:

$$\mathbf{g} = (g_1, g_2, g_3 \dots g_n)$$

Formalmente un criterio es una función no decreciente con un valor real que describe un aspecto del desempeño global de las alternativas y define como las alternativas serán comparadas entre ellas de la siguiente manera:

$$g_{ji} > g_{ki} \leftrightarrow \mathbf{a}_j > \mathbf{a}_k \quad (\mathbf{a}_j \text{ se prefiere sobre } \mathbf{a}_k)$$

$$g_{ji} = g_{ki} \leftrightarrow \mathbf{a}_j \sim \mathbf{a}_k \quad (\mathbf{a}_j \text{ es indiferente a } \mathbf{a}_k)$$

donde:  $g_{ji}$  indica el desempeño de la alternativa  $\mathbf{a}_j$  sobre el criterio  $g_i$ .

La agregación de criterios es crucial para el proceso. Desde el punto de vista del MCDA se distinguen tres formas de modelos de agregación: relaciones de ranqueo (jerarquización), funciones de utilidad y reglas de decisión (forma de relación, funcional o simbólica respectivamente). Cabe recalcar que dicha agregación siempre estará sujeta al decisor y a sus preferencias, ya que éste asignará las ponderaciones respectivas de acuerdo a la importancia que cree tiene cada criterio sobre los demás.

#### 4.2.1.1 MÉTODO PROMETHEE

Dentro del campo del MCDA, una gran variedad de métodos que corresponden tanto al tipo de problemáticas definidas anteriormente, así como a la categoría de las alternativas, se han propuesto para ayudar a los decisores a elegir las mejores alternativas. El desarrollo de métodos MCDA ha sido motivado no solo por la variedad de problemas reales que requieren la consideración de múltiples criterios, sino también por el deseo de los involucrados en el desarrollo de éstas en fortificar sus herramientas como son los modelos matemáticos, el software y hardware requeridos.

El método PROMETHEE<sup>61</sup> (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) es uno de los métodos más recientes dentro de este campo y fue desarrollado por Brans (1982) y posteriormente extendido por Vincke y el mismo Brans (1985). PROMETHEE es un método de ranqueo (jerarquización) para una gama de alternativas finitas (categoría discreta) dispuestas a ser ranqueadas (jerarquizadas) y seleccionadas a partir de criterios en conflicto.

A lo largo del tiempo, a partir de su desarrollo inicial, se han propuesto varias versiones del método. El PROMETHEE I, destinado a ranqueo (jerarquización) parcial de las alternativas y el PROMETHEE II para ranqueo (jerarquización) completa fueron desarrollados por Brans y presentados por primera vez en 1982 en una conferencia en Canadá. Algunos años después surgen nuevas versiones como el PROMETHEE III para ranqueo (jerarquización) basada en intervalos, el PROMETHEE IV para ranqueo (jerarquización) parcial o completa cuando la categoría de alternativas es continua, el PROMETHEE V para problemas con restricciones de segmentación, el PROMETHEE VI para problemas que involucren la representación del cerebro humano,

<sup>61</sup> Behzadian, Majid; Kazemzadeh, R.B.; Alvabdvi, A.; Aghdasi, M.; PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications; European Journal of Operational Research; 2010, págs.: 198 – 215.

PROMETHEE GDSS para toma de decisión grupal, el modulo visual interactivo GAIA (por sus siglas en inglés Geometrical Analysis for Interactive Aid) para representación gráfica, el PROMETHEE TRI para enfrentarse a problemas de clasificación (sorting) y el PROMETHEE CLUSTER para clasificación nominal.

## PROCEDIMIENTO DEL PROMETHEE II

El principio básico del PROMETHEE II está basado en una comparación de pares de alternativas con respecto a cada criterio establecido. Las alternativas son evaluadas de acuerdo a cada criterio, los cuales tienen que ser maximizados o minimizados. La implementación del método requiere de información adicional proporcionada por el decisor:

**Peso:** la determinación de este valor para cada criterio es muy importante en todos los métodos multicriterio. PROMETHEE II asume que el decisor es capaz de ponderar los criterios apropiadamente, por lo menos cuando el número de estos no es muy grande.

**Función de preferencia:** para cada criterio, la función de preferencia interpreta la diferencia entre las evaluaciones obtenidas de dos alternativas en un grado de preferencia que va de 0 a 1. Con el propósito de facilitar la selección de una función de preferencia específica, Vincke y Brans propusieron seis tipos básicos: (1) criterio usual, (2) criterio U, (3) criterio V, (4) criterio de escalón, (5) criterio V con indiferencia y (6) criterio Gaussiano. Estos seis tipos de criterios son particularmente fáciles de definir. Para cada criterio el valor de un umbral de indiferencia  $q$ ; el valor de un umbral de preferencia estricto  $p$ , y un valor intermedio  $s$ , entre  $p$  y  $q$  deben de ser definidos. Dichos parámetros deben tener algún significado obvio para el decisor.

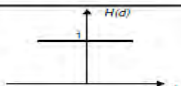
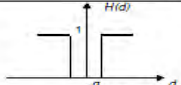
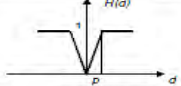
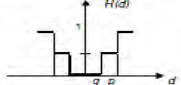

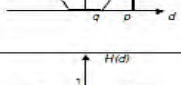
Type of generalized criteria	Preference function $H(d) = P(a, b)$	Parameters
Usual criterion $H(d) = \begin{cases} 0 & \text{if } d = 0 \\ 1 & \text{if } d \neq 0 \end{cases}$		-
Quasi-criterion (U-Shape) $H(d) = \begin{cases} 0 & \text{if } -q \leq d \leq q \\ 1 & \text{if } d < -q \text{ or } d > q \end{cases}$		q
Criterion with linear preference (V-Shape) $H(d) = \begin{cases} 0 & \text{if } -p \leq d \leq p \\ 1 & \text{if } d < -p \text{ or } d > p \end{cases}$		p
Level criterion (Level) $H(d) = \begin{cases} 0 & \text{if }  d  \leq q \\ 1/2 & \text{if } q <  d  \leq p \\ 1 & \text{if }  d  > p \end{cases}$		q, p
Criterion with linear preference & indifference area (Linear) $H(d) = \begin{cases} 0 & \text{if }  d  \leq q \\ ( d  - q) / (p - q) & \text{if } q <  d  \leq p \\ 1 & \text{if }  d  > p \end{cases}$		q, p
Gaussian criterion (Gaussian) $H(d) = 1 - \exp(-d^2 / 2\sigma^2)$		$\sigma$

ILUSTRACIÓN 25: TIPOS DE CRITERIOS GENERALIZADOS<sup>62</sup>

<sup>62</sup> Anagnostopoulos, K.; Giannopoulou, M.; Roukounis, Y.; Multicriteria evaluation of transportation infrastructure projects: An application of PROMETHEE and GAIA methods.

El procedimiento comienza determinando desviaciones basadas en comparaciones entre pares, continua seleccionando una función de preferencia relevante para cada criterio, posteriormente se calcula la preferencia global y después se calculan los flujos positivos y negativos de la agrupación de criterios para cada alternativa y ranqueo (jerarquización) parcial. Finalmente se calcula el flujo neto total para cada alternativa y el ranqueo (jerarquización) completa.

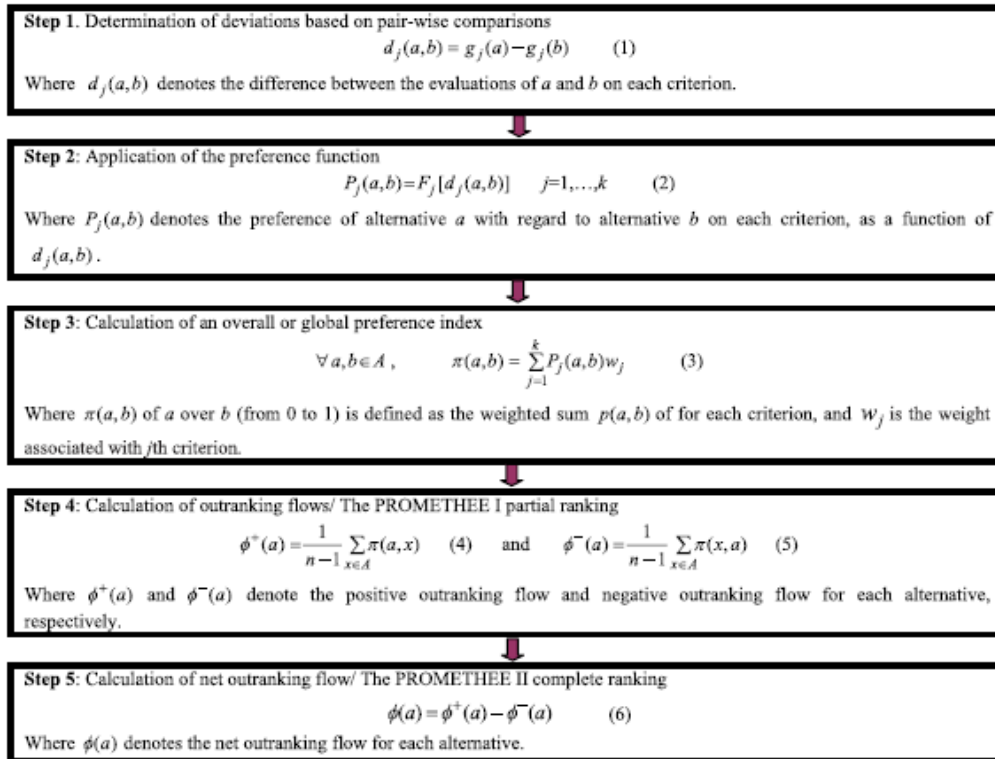


ILUSTRACIÓN 26: PROCESO DEL PROMETHEE II; BEHZADIAN ET AL.<sup>63</sup>

<sup>63</sup> Ibid. pág. 199.



## 5 EVALUACIÓN DEL CASO: LIBRAMIENTO MONTERREY

### 5.1 INTRODUCCIÓN A LA PROBLEMÁTICA DE TRANSPORTE EN MONTERREY

La construcción de libramientos, tanto carreteros como ferroviarios, se debe a que se pretende desviar el tránsito innecesario de vehículos a través de zonas urbanas. Este tipo de tránsito se debe principalmente a que pocas ciudades han crecido y se han planeado conforme a una distribución vial efectiva. Con algunas excepciones, la mayoría de las ciudades en México han crecido alrededor de una vía troncal de comunicación, las cuáles atraen a las industrias de todos los sectores, ya que entre mayor sea la cercanía con este tipo de vías, menor será el costo de transporte tanto de materias primas como de productos terminados.

Anteriormente, y como se menciona en la introducción, estas vías troncales ferroviarias y carreteras pretendían conectar centros urbanos e industriales importantes, de manera que entre más importantes fueran, como la Ciudad de México o Monterrey, mayor cantidad de vías convergían en éstos. Sin embargo, al desarrollarse nuevos centros urbanos o industriales, y al cobrar importancia económica puertos como Lázaro Cárdenas, Manzanillo o Altamira, las vías a través de las cuales había que transitar eran obviamente aquellas que atravesaban las grandes metrópolis y ciudades que se habían formado alrededor de centros industriales y agrícolas, por lo que un tránsito innecesario comenzaba a surgir internamente.



ILUSTRACIÓN 27: VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN QUE CONVERGEN EN MONTERREY

Como solución a lo anterior se proponen vías, carreteras o ferroviarias, que circunden dichas manchas urbanas y permitan a los transportistas llegar a sus destinos más rápidamente así ayudar a liberar a las ciudades del exceso de tránsito y de los consecuentes impactos secundarios al medio ambiente y al bienestar social.

El caso que se presentará a continuación es el de la construcción de un libramiento ferroviario que circunde la parte noreste de la ciudad de Monterrey; como se menciona en el capítulo 1, en el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes, dentro del Plan Estratégico Subsectorial del Sistema Ferroviario Nacional ya se considera la construcción de este libramiento, dentro del:

Objetivo 3.2.1: Ampliar la cobertura, eficiencia y conectividad del sistema ferroviario nacional con otros modos de transporte, para aprovechar la infraestructura disponible y mejorar la competitividad de los productos nacionales en los diferentes mercados de consumo.

Estrategia 1: Desarrollar nueva infraestructura ferroviaria con la finalidad de atender los problemas de interconexión de puertos, fronteras y zonas metropolitanas [...]

Línea de Acción: Construir nuevos tramos ferroviarios, libramientos, cruces fronterizos, acortamientos y relocalización de vías.

Nombre / descripción	Entidad Federativa	Longitud
<b>Libramiento de Monterrey</b> Relocalización de vías férreas y conclusión de libramiento	Nuevo León	21 km

TABLA 7: EL LIBRAMIENTO MONTERREY DENTRO DE LOS PROYECTOS CONSIDERADOS PARA EL CUMPLIMIENTO DEL OBJETIVO 3.2.1, ESTRATEGIA 1, PRIMERA LÍNEA DE ACCIÓN DEL PROGRAMA SECTORIAL DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

FUENTE: PROGRAMA SECTORIAL DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES; PÁG. 93

Además en el Presupuesto de Egresos de la Federación del 2010, en el Anexo 30 que se refiere a ampliaciones en infraestructura carretera, ferroviaria y otros, en el inciso A. Construcción y Remodelación, se tiene una partida presupuestaria aprobada de 50 millones de pesos para el “Libramiento Oriente de Monterrey”, por lo que se comprueba la consideración federal del proyecto.<sup>64</sup>

## 5.2 VISIÓN SISTÉMICA DE LA PROBLEMÁTICA

A continuación se presentará una visualización analítica del caso en cuestión, contextualizándolo, proponiendo alternativas y analizándolas posteriormente desde el punto de vista sistémico.

### 5.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN DEL CASO DENTRO DEL ENTORNO ECONÓMICO

La Economía clasifica las diversas actividades productivas de la sociedad dentro de cuatro sectores principales: el sector primario está constituido por aquellas actividades que tienen un primer contacto con el entorno del cual se abstraen recursos como son la agricultura, ganadería, minería, etc.; posteriormente estos recursos son transformados y procesados parcialmente o en su totalidad por un segundo sector denominado de transformación, el cual contiene actividades industriales, de construcción y energéticas entre otras; existe un tercer sector que engloba aquellas actividades que pretenden ofrecer un servicio, dentro de las cuales se encuentra la actividad relevante para este caso: el *transporte*, también se encuentra el subsector de servicios de salud, educación, turismo, comercio, financiero, etc.; finalmente algunos autores consideran un cuarto sector constituido por actividades de manejo y transmisión de información, así como su aplicación en la mejora de procesos que sirven a todos los sectores mencionados.

<sup>64</sup> Presupuesto de Egresos de la Federación 2010; Anexo 30; pág. 132;  
[http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/PEF\\_2010.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/PEF_2010.pdf)

Dentro del subsector de servicio de *transporte* se encuentran los modos de transporte, los cuales se definen principalmente por el medio y el vehículo utilizado para este fin; los cuatro modos principales identificados actualmente son el aéreo, el marítimo, el autotransporte y el *ferroviario*.

La siguiente figura es una primera conceptualización sistémica en la cual se pueden visualizar algunas de las interacciones que existen entre los servicios y los sectores productivos de la economía, lo cual refleja en cierta medida su complejidad y que además se encuentra sujeto a condiciones del medio como son la ubicación geográfica, el entorno social, las condiciones ambientales y la dualidad de propiedad y control que existe dentro de un sistema capitalista: el sector público y el privado.

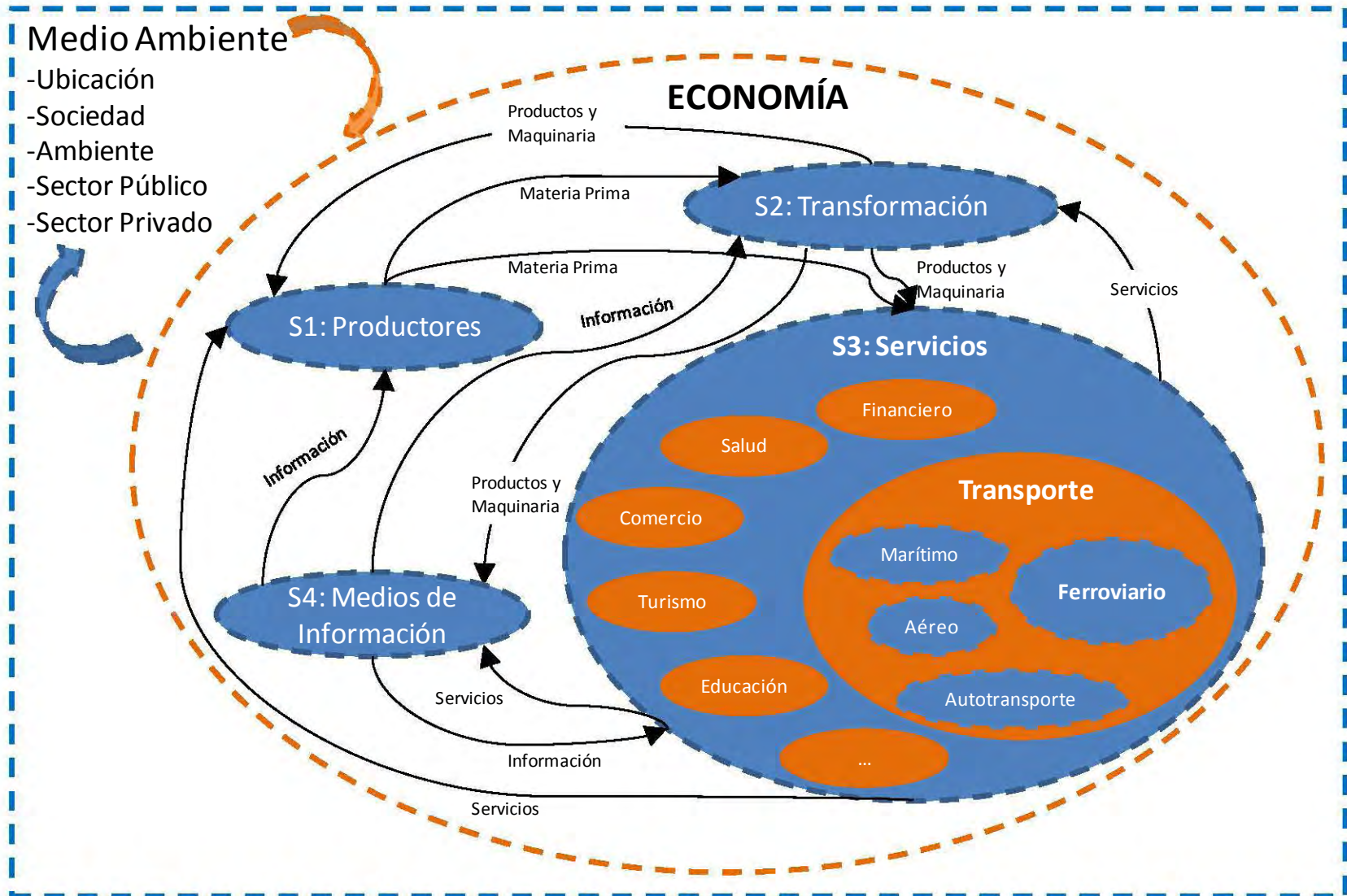


ILUSTRACIÓN 28: PRIMER ACERCAMIENTO SISTÉMICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL CASO

Ya teniendo ubicado al servicio de transporte ferroviario dentro del entorno económico, procederemos a describir su funcionamiento mediante un segundo acercamiento sistémico.

Retomando lo mencionado en el primer capítulo, la infraestructura necesaria para brindar el servicio de transporte ferroviario, tanto de carga como de pasajeros, fue concesionado a empresas del sector privado en 1997; lo anterior quiere decir que la infraestructura fue seccionada y otorgada a diferentes grupos para que éstos prestaran el servicio, así como para que se ocuparan del mantenimiento y expansión del sistema, regulados por el sector privado público mediante la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a través de la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario y sus anexos. Con el fin de poder coexistir, se idearon esquemas con fines operativos y comerciales que otorgan a los concesionarios la posibilidad de acceder a mercados fuera de las líneas sobre las cuales tienen concesión, los cuales se explican a continuación:

- Derecho de Paso: Es un esquema en el cual uno o varios ferrocarriles tienen la oportunidad de transitar con locomotoras propias sobre las vías de otro ferrocarril propietario de ciertas vías específicas, con el fin de servir una zona industrial o a un cliente específico. Los derechos de paso se encuentran definidos con exactitud y están restringidos por cuestiones de volumen, espacio y condiciones operativas en la región donde se pretenden ejercer. Los concesionarios están en libertad de negociar nuevos derechos de paso sin necesidad de intervención gubernamental.
- Desvíos Emergentes: son igualmente esquemas de tránsito con locomotoras propias sobre vías de otro ferrocarril, sin embargo estos se dan por eventualidades extraordinarias (siniestros), generalmente del carácter de desastres naturales o sociales, que impidan el tránsito normal de trenes sobre sus rutas actuales. Cuando se suscita una situación de esta naturaleza, los ferrocarriles deben acordar la frecuencia y forma del tránsito temporal sobre las vías en cuestión, así como las contraprestaciones que tendrá que liquidar el ferrocarril solicitante de dicho servicio.
- Intercambios: los intercambios obedecen a situaciones comerciales en las cuales un ferrocarril no tiene acceso mediante derecho de paso a clientes situados en las vías de otro ferrocarril; para prestarle el servicio, se realiza un intercambio de carros en un punto predeterminado por los ferrocarriles involucrados, donde el primero coloca y el segundo retira con locomotoras propias, y haciendo el servicio a industria, por el cual recibe una contraprestación; a partir de la siguiente definición se derivan dos esquemas de intercambio, diferenciados por la tarifa comercial:
  - Zona de Acceso: zona definida de mutuo acuerdo entre ferrocarriles sobre la longitud de vías cerca de un punto de intercambio importante, dentro de la cual se encuentra determinada industria conectada a la red ferroviaria nacional; derivado de estas zonas, existen los siguientes dos esquemas tarifarios:
    - Switching: servicio que da un ferrocarril propietario de vías a una industria que se encuentra conectada a éstas y que es cliente de otro ferrocarril. El ferrocarril propietario tiene el derecho de cobrar una tarifa intraferroviaria, por carro entregado y retirado en dicha industria, al ferrocarril solicitante cuando ésta se encuentra dentro de la Zona de Acceso.
    - Interlineal: cuando la industria que se pretende atender se encuentra fuera de una Zona de Acceso, los ferrocarriles dividen la tarifa cobrada al cliente de acuerdo a la distancia (principalmente) que un carro recorre por las líneas de cada cual.

Cuando no existe una Zona de Acceso definida, pueden coexistir ambos esquemas tarifarios para industrias en una misma zona, dependiendo de las negociaciones comerciales en cada caso particular.

- Clasificación: es un esquema operativo comúnmente llamado “loteo” y que consiste en la clasificación de carros según su destino para la posterior formación de un tren; cuando un ferrocarril realiza loteo a otro tiene el derecho de recibir una contraprestación.
- Servicios diversos: Existen otros conceptos sobre los cuales existe un derecho a contraprestación por parte del ferrocarril que presta el servicio, como el abastecimiento de combustible e inspecciones de seguridad a carros y locomotoras ajenas, entre otros.

En la siguiente figura se pueden visualizar las relaciones existentes entre los actores que físicamente operan y brindan el servicio de transporte ferroviario de carga, así como los esquemas bajo los cuales operan conjuntamente. Abstrayendo un nivel se puede ubicar el contexto del transporte que atiende al mercado interno, donde se compite con el autotransporte en el ámbito terrestre y con el aéreo, (en México no existen rutas internas de transporte marítimo, existe tráfico intraportuario pero generalmente este no tiene destinos internos). El siguiente nivel engloba al transporte de carga en general complementado con el tráfico de importación/exportación en todos los modos de transporte. Finalmente, se sitúa al transporte de carga dentro del sistema económico, sujeto a la interacción con clientes a los cuales brindar el servicio y proveedores de materias primas y activos tangibles e intangibles; de igual forma se encuentra sujeto y condicionado a relaciones y restricciones gubernamentales, las inversiones y los financiamientos de naturaleza pública y/o privada.

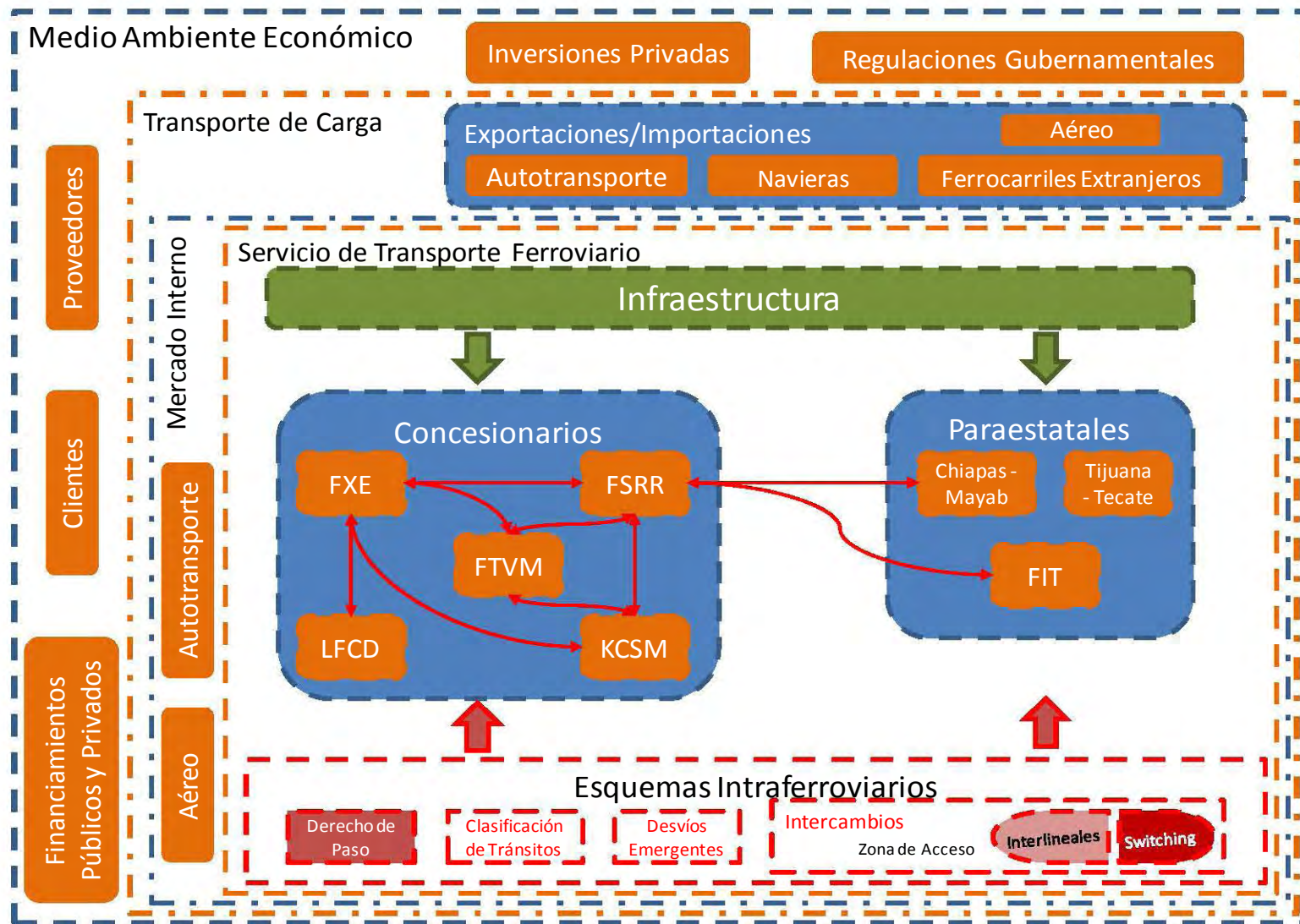


ILUSTRACIÓN 29: SEGUNDO ACERCAMIENTO SISTÉMICO, ESTRUCTURA FUNCIONAL DEL SERVICIO DE TRANSPORTE FERROVIARIO DE CARGA Y SU INTERACCIÓN DENTRO DEL SISTEMA ECONÓMICO RELEVANTE

### 5.3 CONTEXTUALIZACIÓN SISTÉMICA DEL CASO DE ESTUDIO

---

Los siguientes dos mapas ilustran, primero, la Zona de Acceso de Monterrey (ZAM), definida conjuntamente entre Ferromex (FXE) y Kansas (KCSM) a partir de la localización céntrica del patio de este último dentro de la ciudad; y segundo, la configuración detallada de las vías tendidas y el proyecto que se tiene del libramiento ferroviario.

La ZAM se encuentra definida como las industrias conectadas entre los kilometrajes de las vías B KP 1023 + 000 y B KP 1028 + 000, entre M KP 518 + 000 y M KP 528 + 000, entre la F KP 0 + 000 y F KP 19 + 000 y las líneas "Antigua M", "Antigua F", línea BMA y la Terminal de Monterrey.

La segunda figura establece los límites entre las vías concesionadas a ambos ferrocarriles; en verde se ilustran las vías de FXE y en rojo las de KCSM, los límites se dan en la línea M KP 535 + 811 y M KP 500 + 000 y en la línea F KP 43 + 842.

También cabe mencionar que FXE cuenta con cuatro derechos de paso, dos estipulados por los títulos de concesión y uno acordado mutuamente con KCSM, dentro de la ZAM, por lo tanto puede transitar con trenes de la siguiente manera:

Derechos de Paso:

- N-1: Se concede el paso de trenes desde la M KP 535 a la M KP 500, inicialmente con el fin de atender a la industria con trenes para un solo cliente directamente, actualmente se utiliza para realizar intercambios en el patio de KCSM y para atravesar la ciudad con rumbo a Altamira.
- N-2: Derecho de paso utilizado para atender industrias en la zona de Lagrange y Apodaca al noreste de la ciudad. Actualmente solo se atiende a Metalsa en el F KP 16 + 000.
- N-3: Derecho de paso que permite a FXE acceder a la zona suroeste de la ciudad, Leona. Actualmente se encuentra inactivo.
- NMF-3: Derecho de paso acordado cuyo fin es exclusivamente atender directamente, con trenes unitarios, a la industria Ternium en su planta de Guerrero, ubicada en el Antigua F KP 2 + 275.9



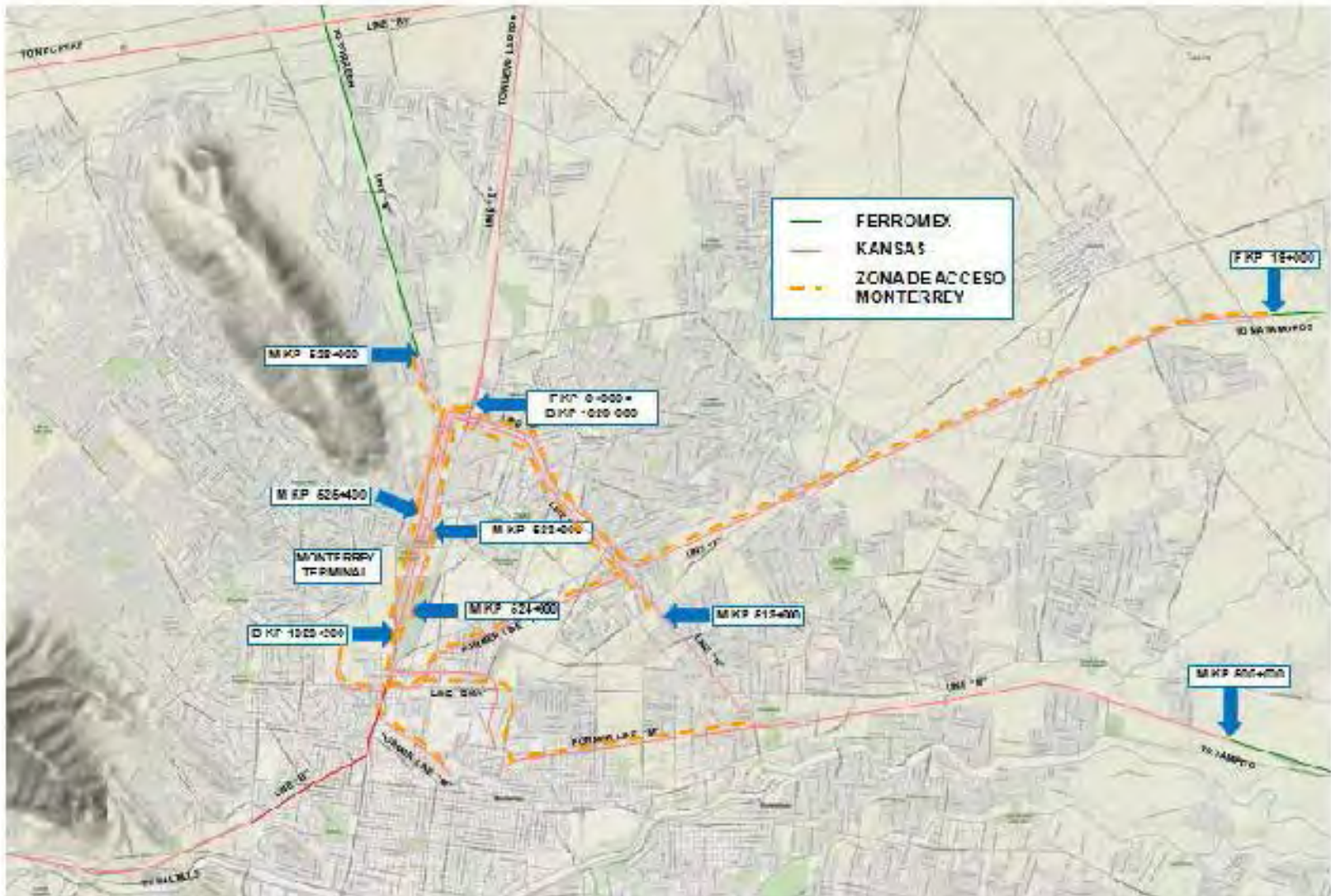


ILUSTRACIÓN 30: DEFINICIÓN DE ZONA DE ACCESO DE MONTERREY (ZAM)

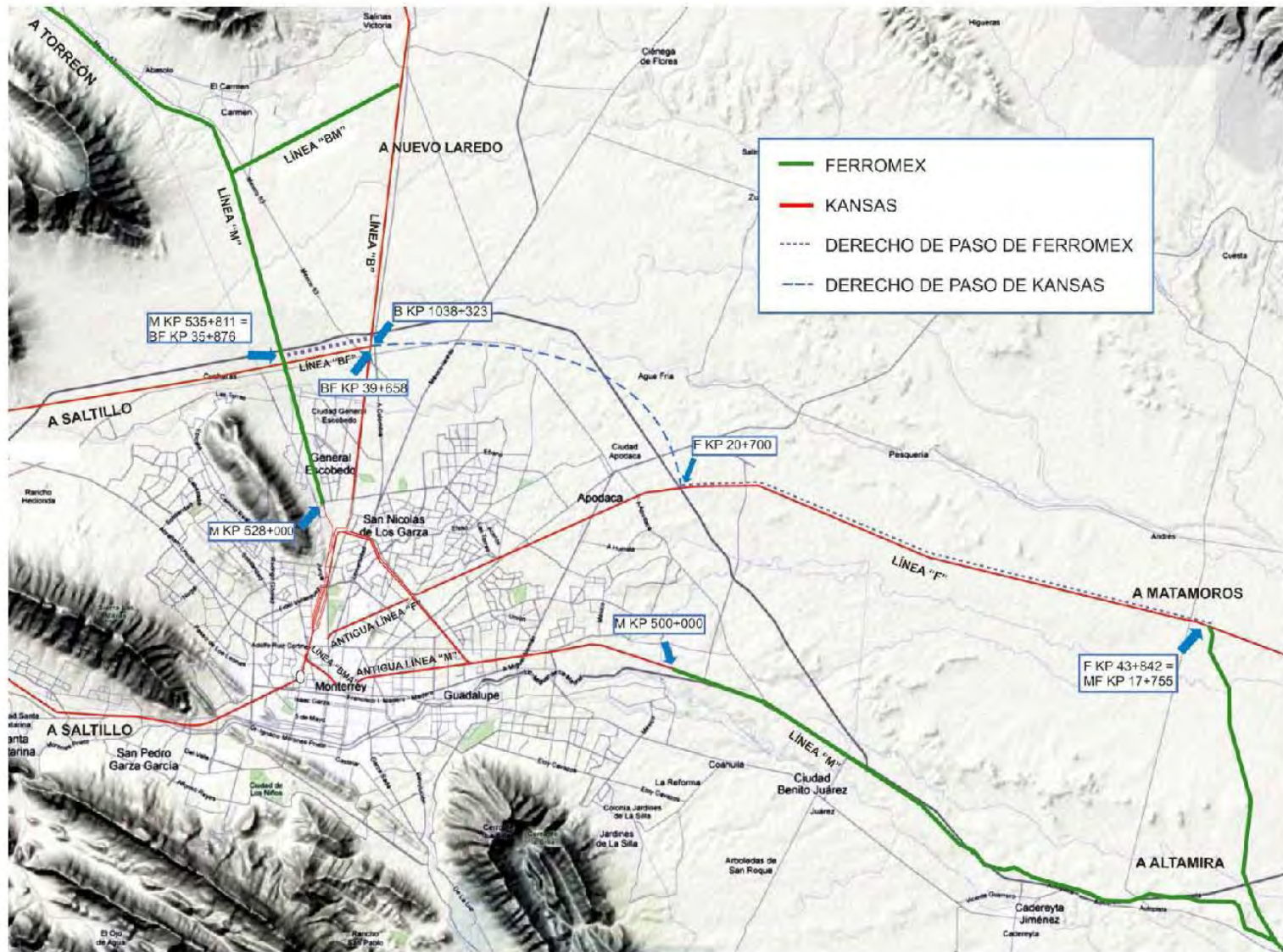


ILUSTRACIÓN 31: CONFIGURACIÓN DE VÍAS DE KCSM Y FXE EN MONTERREY Y PROPUESTA DEL PROYECTO DEL LIBRAMIENTO

La segunda figura también ilustra en punteado azul el proyecto del libramiento y los derechos de paso, en punteado morado, que KCSM otorgaría a FXE para acceder a construir y posteriormente transitar el Libramiento.

A continuación se representa sistémicamente el servicio de transporte ferroviario que FXE brinda a clientes dentro y fuera de la ZAM.

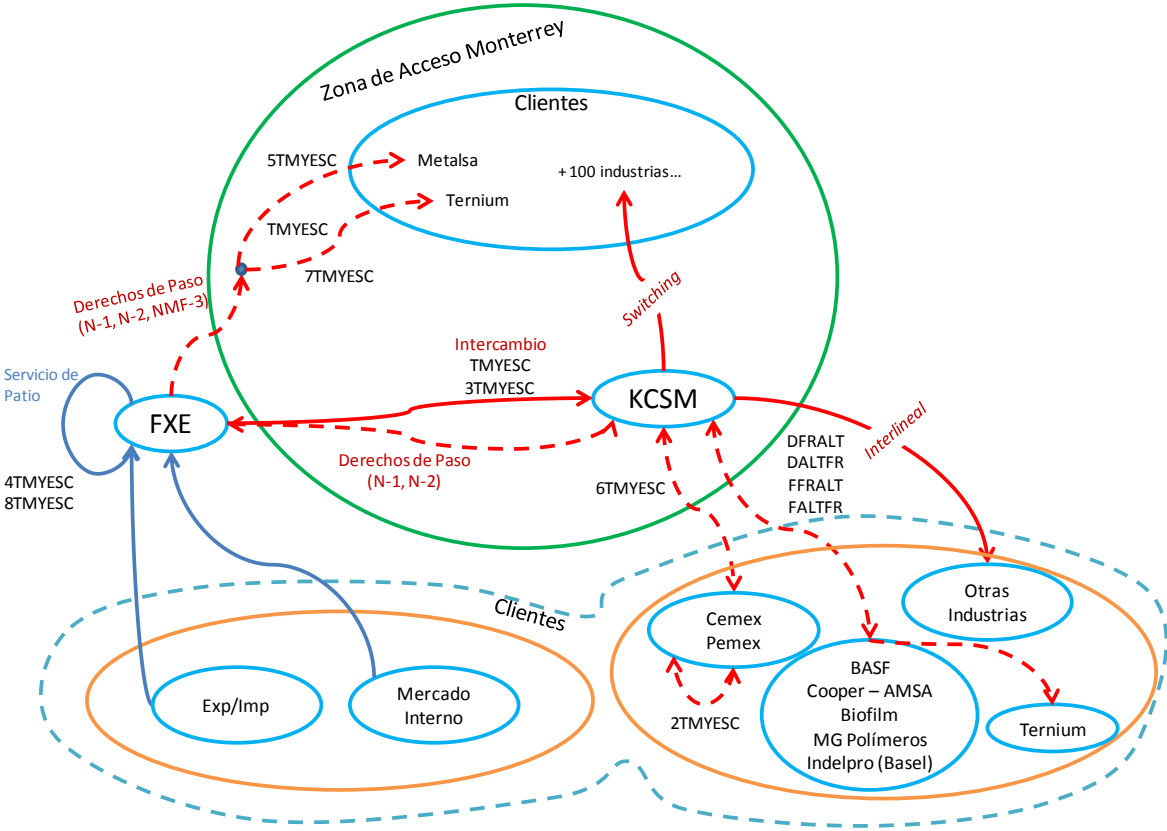


ILUSTRACIÓN 32: ENFOQUE SISTÉMICO DEL TRÁFICO FERROVIARIO EN MONTERREY

Como se puede observar, dentro de la ZAM, KCSM es el concesionario de las vías principales que cruzan la ciudad, teniendo su patio y terminal también ubicado dentro de la ciudad; FXE después de la concesión, construyó un patio en las inmediaciones del M KP 539 para poder maniobrar y atender mejor sus tráficos dirigidos a la zona industrial dentro y fuera de la ZAM. Dichos tráficos los atiende con ocho trenes de categoría “turno (T)”, los cuales son trenes de camino diseñados para realizar movimientos dentro de una ruta preestablecida y regresar al patio con un horario de trabajo de 12 horas, en este caso son los nTMYESC, denominación que significa: “n Turno Monterrey Escapero”; transitan también cuatro trenes “directos”, los DFRALT y DALTR (Directo Frontera – Altamira y Directo Altamira – Frontera), así como los FFRALT y FALTR (Fierrero Frontera – Altamira y Fierrero Altamira – Frontera) los cuales están diseñados para atender a los tráficos originados y destinados al puerto de Altamira y los que convergen en Ciudad Frontera, principalmente provenientes de la frontera con Estados Unidos y Torreón.

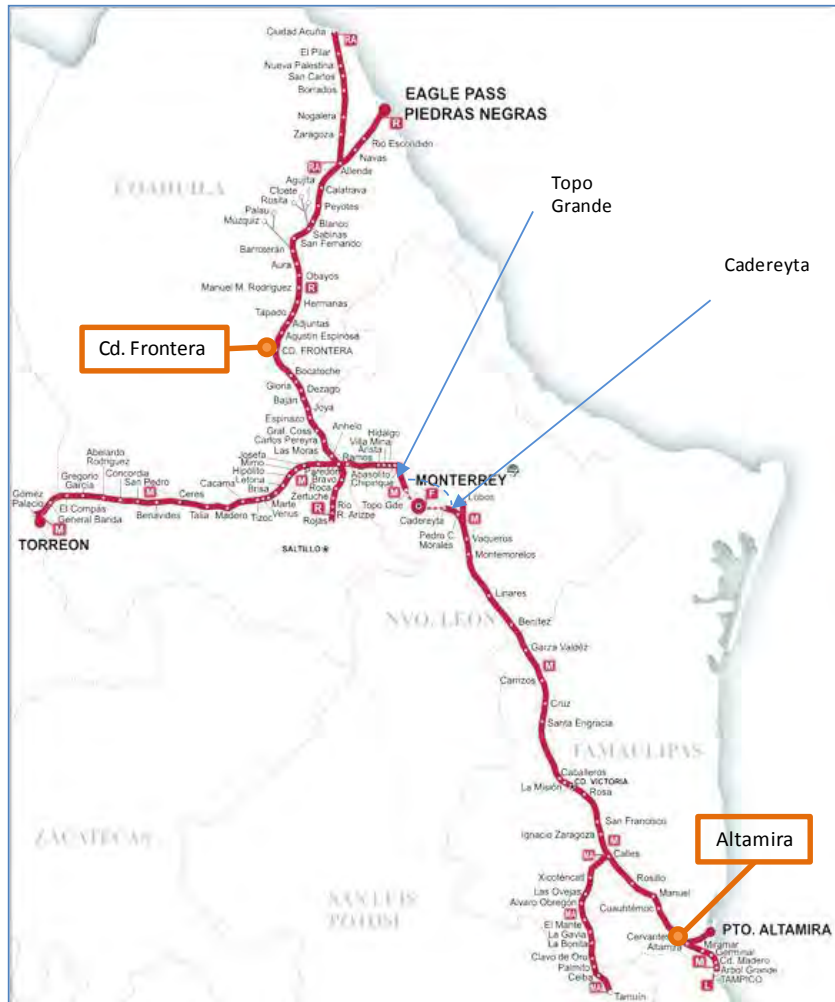


ILUSTRACIÓN 33: DIVISIÓN MONTERREY - FERROMEX

Tren	Tarea
<b>TMYESC</b>	Servicio a Industria en Monterrey
<b>2TMYESC</b>	Conexión Cadereyta – Servicio en Industria
<b>3TMYESC</b>	Intercambios
<b>4TMYESC</b>	Loteo en Patio Ferromex
<b>5TMYESC</b>	Servicio Metalsa con Derecho de Paso
<b>6TMYESC</b>	Conexión Cadereyta – Acarreo de cargados y vacíos
<b>7TMYESC</b>	Servicio Ternium Guerrero con Derecho de Paso
<b>8TMYESC</b>	Patiero
<b>DFRALT</b>	Flete con destino a la estación de Altamira
<b>DALTFR</b>	Flete con destino a la estación de Ciudad Frontera
<b>FFRALT</b>	Principalmente flete metalero (vacíos) con rumbo a Altamira.
<b>FALTFR</b>	Flete metalero cargado principalmente originado en el Puerto de Altamira.

TABLA 8: DESCRIPCIÓN DE DISEÑO DE TRENES RELEVANTES

Como se puede notar en la *Ilustración 32*, todos los trenes mencionados dan servicio dentro o fuera de la ZAM, deben pasar por el patio de KCSM, lo cual actualmente provoca congestión en las líneas y por lo tanto demoras en los trenes de ambos ferrocarriles; debido al posicionamiento de las industrias, que prácticamente se encuentran situadas dentro de la ciudad, no sería posible, en caso de construir el libramiento, transitar todos los trenes a través de éste, sin embargo, aquellos que utilizan los derechos de paso con el fin de atravesar la ciudad, y que operativamente no requieren hacer ninguna parada dentro de ésta, podrían ser librados, reduciendo la congestión interna por una parte, y por la otra, aumentando la velocidad del servicio y reduciendo las demoras innecesarias en dichos trenes.

Plasmando lo anterior, obtendríamos el siguiente esquema:

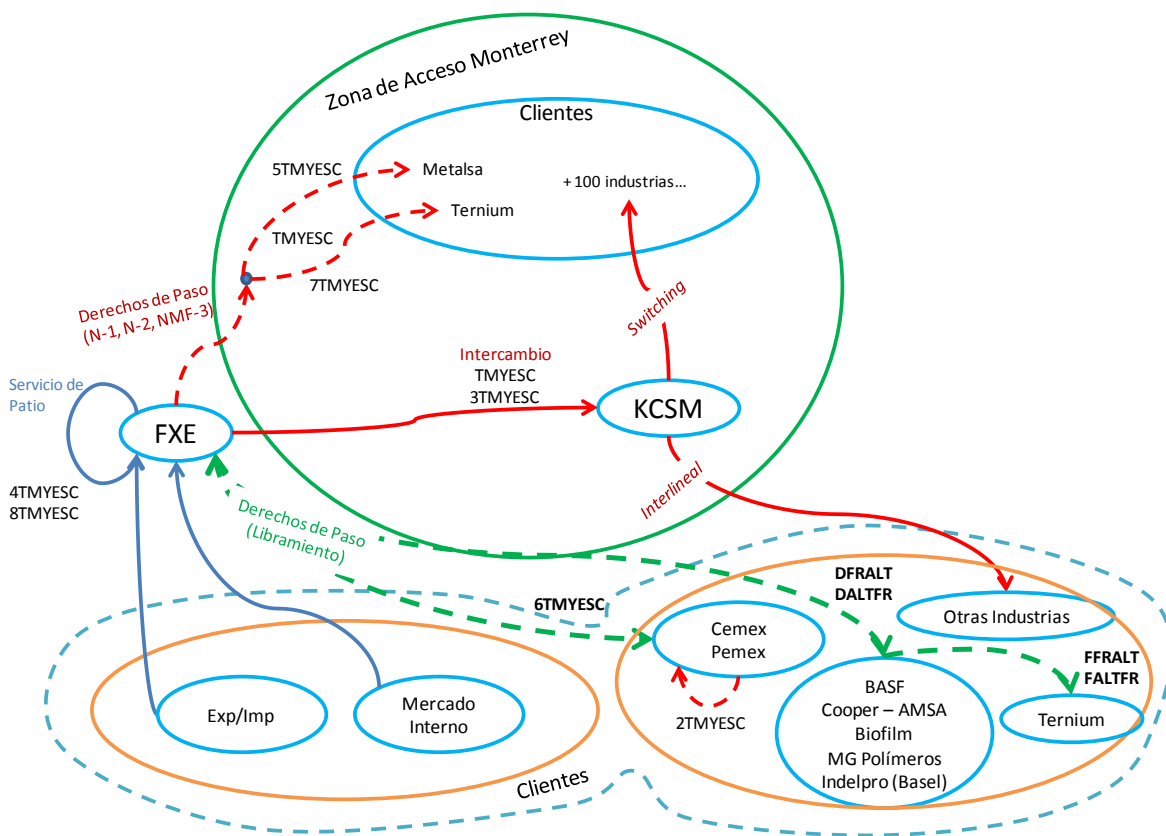


ILUSTRACIÓN 34: ENFOQUE SISTÉMICO CONSIDERANDO LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO

## 5.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN COSTO – BENEFICIO DE LA CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO

Partiendo del análisis sistémico anterior, se identifican cinco trenes relevantes de Ferromex que se verán beneficiados por la construcción del Libramiento (6TMYESC, DFRALT, FFRALT, DALFR y FALFR). Los principales beneficios que se obtendrían por operar estos trenes a través del libramiento son los siguientes:

- **Disminución del consumo de combustible:** se considera que la velocidad de dichos trenes aumentará un 50% (de 20 a 30 [km/hr]) ya que actualmente se encuentra restringida. El tránsito a través del libramiento disminuirá el número de cruces a nivel y lo hará por zonas menos pobladas que las actuales. Dicho aumento de velocidad disminuirá los tiempos de recorrido actuales (del M – 539 al M – 465) de seis horas diecinueve minutos (06:19) a tres horas con veinte minutos (03:20), generando un beneficio por **5,494,401 [MX\$]** anuales.
- **Reducción de demoras:** Aunado a lo anterior, también se considera que se reducirán las demoras por tren relevante, en este caso se considera como ahorro el concepto de propiedad de equipo, como son las locomotoras y los carros; en el primer caso se considera un costo horario de depreciación, y para el segundo se considera un híbrido de depreciación, arrendamiento y car – hire por hora. De acuerdo a lo analizado se obtiene una hora con cuarenta y ocho minutos de demora (01:48), misma que se considera que desaparece una vez que los trenes evitan la zona urbana de Monterrey. El beneficio representa **\$2,152,201 [MX\$]**.

#### Beneficios por ahorro de combustible y reducción de demoras

Tren	Rumbo	Ahorro Combustible						Reducción de Demoras		
		Locomotoras		Consumo [lt]		Costo anual		Beneficio [MX\$]	Horas demoradas anuales	Costo Anual [MX\$]
		AC	DC	Ruta Actual	Libramiento	Ruta actual	Libramiento			
DALTFR	N	1	2	3,702.78	3,384.64	\$ 8,460,895.39	\$ 7,733,946.26	\$ 726,949.13	493.14	\$ 413,248.10
DFRALT	S	0	4	1,368.48	724.24	\$ 3,871,524.06	\$ 2,048,932.46	\$ 1,822,591.60	610.55	\$ 511,640.51
FALTFR	N	1	2	3,702.78	3,384.64	\$ 3,874,036.35	\$ 3,541,184.18	\$ 332,852.17	225.79	\$ 189,216.16
FFRALT	S	0	4	1,368.48	724.24	\$ 1,775,403.05	\$ 939,599.21	\$ 835,803.84	279.99	\$ 234,628.04
6TMYESC	N	0	2	1,705.06	1,496.66	\$ 5,708,555.84	\$ 5,010,807.54	\$ 697,748.30	722.54	\$ 401,734.37
6TMYESC	S	0	2	684.24	362.12	\$ 2,290,842.64	\$ 1,212,386.07	\$ 1,078,456.57	722.54	\$ 401,734.37
<b>TOTAL</b>		<b>2</b>	<b>16</b>	<b>12,531.84</b>	<b>10,076.56</b>	<b>\$25,981,257.33</b>	<b>\$20,486,855.72</b>	<b>\$5,494,401.61</b>	<b>3,054.55</b>	<b>\$2,152,201.56</b>

Costo Diesel \$ 8.37  
 Costo Demora Directos\* \$ 838.00  
 Costo Demora Turnos\* \$ 556.00  
 Tasa de crecimiento 5.46%

\* No se considera diesel ya que esta contemplado en el cálculo de ahorro de combustible

TABLA 9: BENEFICIOS POR AHORRO DE COMBUSTIBLE Y REDUCCIÓN DE DEMORAS

- **Incremento de carga potencial:** se considera como beneficio el incremento de carga, y por lo tanto de trenes que surjan a partir de la mejora de tiempos de recorrido en el distrito. Para valorar este beneficio se considera una tasa de incremento de toneladas-kilómetro brutas (TKB) del **5.56%**, un radio TKB/TKN de **1.86** y una utilidad por tonelada-kilómetro neta (TKN) de **0.070 [MX\$]**. El beneficio por tren diferencial es de **13,732,919 [MX\$]**.
- **Beneficios sociales:** se considera la disminución de accidentes en cruces dentro de la zona urbana, disminución diferencial de tránsito e impactos positivos (y negativos) en poblados e industrias. **No se cuantifica para la evaluación**, sin embargo se ve reflejado en la reducción de demoras por accidentes.
- **Beneficios ambientales:** se considera la reducción de contaminación por el paso de trenes, así como la reducción de ruido dentro del área urbana (cabe mencionar que las restricciones que puede haber de horarios en que pueden correr los trenes dentro de la ciudad serían evadidas ya que el libramiento precisamente evita el tránsito interno). **Se considera beneficio cualitativo.**
- **Beneficios económicos:** se consideran diversos beneficios como propiciar tráficos intermodales, el aumento de eficiencia en el servicio de transporte, impulso a actividades

económicas de la región, generación de empleos (temporales y de planta), incremento de kilometraje contemplado por el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes y disminución de robos a la carga por incremento de velocidad en trenes y disminución de detenciones en la zona urbana. **Se contemplan parcialmente tanto en el incremento de trenes diferenciales como en la reducción de demoras.**

Los costos considerados para la evaluación fueron los siguientes:

- Libramiento: se estima una inversión aproximada de **350,000,000 [MX\$]** los cuales consideran la rehabilitación del terraplén de 21 kilómetros para tender la vía, costos de materiales, mano de obra y maquinaria, costo por rehabilitar la línea MF y las conexiones necesarias a la red.
- Inversión en camino: para que el distrito de Linares pueda incrementar el flujo de trenes, su capacidad operativa debe aumentar. Se estima una inversión de **47,407,500 [MX\$]** en 2012 y una de **12,250,000 [MX\$]** en 2013 para incrementar dicha capacidad a 6 trenes. La inversión en ambos años sería de **59,657,500 [MX\$]**.

Para realizar la evaluación financiera del flujo de efectivo que generan los beneficios y costos anteriores, se tienen las siguientes consideraciones:

- Se calculó la tasa de descuento mediante el *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), obteniendo una tasa de **9.45%**.
  - o Se considera una tasa libre de riesgo de 2.41% (CETES 28 días (7.17%) – inflación (4.64%))
  - o Una rentabilidad de mercado de 7.51% (IPC (12,51%) – inflación (4.64%))
  - o Una beta de 1.38
- Se toma como horizonte de evaluación un período de 20 años (2012 – 2032)
- Tipo de cambio 12.25 [MX\$/US\$]

La evaluación financiera del análisis costo – beneficio arroja los siguientes resultados:

<b>Valor Presente Neto</b>	<b>-\$117,399,945.79</b>
<b>Tasa Interna de Retorno</b>	<b>2.68%</b>
<b>P. de Recuperación</b>	<b>26.18</b>

## 5.5 DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO

Debido a que los beneficios directos que se obtendrían al construir y operar el Libramiento no son suficientes para mitigar las grandes inversiones que se deben hacer, se plantearán tres alternativas de financiamiento, buscando involucrar a distintas instancias como son el Gobierno (Federal, Estatal y Municipal como conjunto) debido a que el proyecto tiene beneficios sociales cualitativos que no pueden valorarse directamente en el estudio costo – beneficio, y a los bancos de desarrollo descritos en el Capítulo 3.

Cada alternativa considera diferentes proporciones de financiamiento, donde se considera el valor del dinero de cada instancia. Las tasas de interés incorporadas en el modelo son:

<b>Instancia</b>	<b>Tasas de interés</b>
<b>Tasa de impuestos</b>	34%
<b>LIBOR (nov-11)</b>	0.71%
<b>Banco Mundial</b>	1.15%
<b>BID</b>	2.91%
<b>FONADIN</b>	8.845%
<b>NAFINSA</b>	4.847%

TABLA 10: TASAS DE INTERÉS DE COSTO DE CAPITAL

Para realizar la evaluación costo – beneficio integrando el financiamiento, se procede a descontar los flujos de efectivo con tasas de descuento ponderadas, obtenidas por el método WACC, de manera que se considere el costo del dinero de cada participante.

Un beneficio adicional del financiamiento se presenta por la parte fiscal, ya que no se pagan impuestos sobre el capital del financiamiento, sólo sobre los intereses. La WACC considera este fenómeno y descuenta el 34% del Impuesto Sobre la Renta (ISR).

En las tres alternativas propuestas se considera que el monto de inversión requerido para incrementar la capacidad de línea en el distrito de Linares corre por cuenta de Ferromex, el financiamiento solo se contempla para el proyecto del Libramiento.

En la primera alternativa se plantea que Ferromex participe con el 25% de la inversión del Libramiento, que el Gobierno participe con el 50% del monto restante en dos esquemas, el primero con el 25% de la inversión a fondo perdido, y el otro 25% vía el Banco Mundial (BM), considerando que los intereses de esta entidad serán transferidos a la deuda que adquiere Ferromex, y el 25% restante será financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), que al igual que el BM cuenta con tasas bajas siempre que el proyecto refleje beneficios sociales.

La segunda alternativa contempla que Ferromex aumente significativamente su inversión al 50%, a cambio de que el resto de la inversión la haga el Gobierno a fondo perdido en su totalidad.

Finalmente, la tercera alternativa planteada contempla que Ferromex reduzca su participación hasta el 20% a cambio de financiar un 40% con el Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN), el cual tiene una tasa de costo de capital más alta, y el 40% restante lo cubra el Gobierno a fondo perdido.

La siguiente tabla presenta el desglose de los montos de las alternativas y las tasas ponderadas respectivas:



## Cálculo de montos y tasas de las alternativas de financiamiento

Financiamiento Libramiento	Alternativa		
	1	2	3
<i>Ferromex</i>	25%	50%	20%
<i>Gobierno (fondo perdido)</i>	25%	50%	40%
<i>Gobierno (Banco Mundial)*</i>	25%	0%	0%
<i>Fondo Nacional de Infraestructura</i>	0%	0%	40%
<i>Banco Interamericano de Desarrollo</i>	25%	0%	0%
<i>Nacional Financiera</i>	0%	0%	0%
<b>Montos totales por instancia</b>			
<i>Ferromex (libramiento)</i>	\$ 87,500,000.00	\$ 175,000,000.00	\$ 70,000,000.00
<i>Ferromex (inversión en línea)</i>	\$ 59,657,500.00	\$ 59,657,500.00	\$ 59,657,500.00
<b><i>Ferromex TOTAL</i></b>	<b>\$ 147,157,500.00</b>	<b>\$ 234,657,500.00</b>	<b>\$ 129,657,500.00</b>
<i>Gobierno (fondo perdido)</i>	\$ 87,500,000.00	\$ 175,000,000.00	\$ 140,000,000.00
<i>Gobierno (Banco Mundial)</i>	\$ 87,500,000.00	\$ -	\$ -
<i>Fondo Nacional de Infraestructura</i>	\$ -	\$ -	\$ 140,000,000.00
<i>Banco Interamericano de Desarrollo</i>	\$ 87,500,000.00	\$ -	\$ -
<i>Nacional Financiera</i>	\$ -	\$ -	\$ -
<b>WACC</b>	<b>5.17%</b>	<b>9.45%</b>	<b>7.57%</b>

TABLA 11: CÁLCULO DE MONTOS Y TASAS DE LAS ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO

Realizando la evaluación con las tasas obtenidas se obtienen los siguientes indicadores financieros:

Indicador	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Tasa de descuento [%]	5.17	9.45	7.57
VPN [MX\$]	108'671,011	57'600,054	74'059,808
TIR [%]	5.68	10.11	8.09
P. de recuperación [años]	14.25	13.85	14.11

TABLA 12: INDICADORES FINANCIEROS DE LAS ALTERNATIVAS

En los tres casos se presentan indicadores financieros positivos; la alternativa 1 tiene el valor presente neto más elevado, aunque es el que se recupera al último, la alternativa dos presenta la tasa interna de retorno más elevada aunque la tasa de descuento es la más alta y la alternativa 3 presenta indicadores moderados; para tomar la decisión de qué alternativa tomar, es necesario establecer criterios de decisión y posteriormente evaluarlos con la metodología de análisis multicriterio.

### 5.6 SELECCIÓN DE CRITERIOS

Para realizar la evaluación multicriterio, es necesario definir la gama de criterios y parámetros por medio de los cuales se planea medir el desempeño de las alternativas propuestas.

Para definir los criterios se presenta el punto de vista de cada instancia con respecto a la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto.

- Ferromex por su parte buscará maximizar los indicadores financieros de valor presente neto y tasa interna de retorno, así como la participación de instancias externas en el proyecto; por otra parte buscará minimizar su participación en la inversión, ya que es preferible no arriesgar su capital, además de minimizar el período de recuperación de la inversión y la tasa de descuento, que representa una combinación de financiamientos favorable para la empresa.
- El Gobierno, argumentando escasez de recursos siempre buscará minimizar su participación directa (fondo perdido) en el proyecto, y preferirá hacerlo mediante las entidades financieras correspondientes.
- Los Bancos de Desarrollo participarán siempre y cuando el proyecto este respaldado con beneficios sociales y ambientales sólidos, además de rendimientos adecuados (no excesivos) para el proyecto. Para este estudio se considera que los beneficios (impactos) de esta índole son atractivos para estas instancias, por lo que no serán considerados como criterio independiente.

De lo anterior obtenemos la siguiente tabla de criterios. Los pesos son estimados de acuerdo a la importancia de cada criterio en la toma de decisiones.

Instancia interesada	Criterio	Importancia (Peso del criterio)
Ferromex	Maximizar VPN	4
Ferromex	Maximizar TIR	4
Ferromex	Maximizar participación externa	2
Ferromex	Minimizar P. de recuperación	3
Ferromex	Minimizar tasa de descuento	2
Ferromex	Minimizar capital propio	5
Gobierno	Minimizar fondo perdido	5

\* La escala es del 1 al 5, donde 1 es menor importancia y 5 máxima importancia.

## 5.7 ANÁLISIS MULTICRITERIO – PROMETHEE

Una vez calculados, definidos y estimados los valores para cada alternativa de acuerdo a cada criterio, se procede, de acuerdo con la metodología utilizada por la herramienta de análisis multicriterio – PROMETHEE – a especificar si cada criterio debe maximizarse o minimizarse, de manera que se pueda establecer una preferencia entre cada par de alternativas que se puedan formar. Los autores que desarrollaron la herramienta definen funciones de preferencia para establecer el criterio que permite elegir una alternativa sobre bajo un criterio dado. En este estudio de caso se utilizará la función *Tipo I* que es simplemente una función binaria en la que no intervienen parámetros algunos. Posteriormente es necesario definir el peso que tendrá cada criterio sobre los demás, ya que esto permitirá jerarquizar las alternativas de acuerdo a la combinación de pesos y preferencias que se determinan. La siguiente tabla muestra la información descrita para el caso:

### Tabla de Criterios

Instancia Interesada	Criterio	Unidades	Peso	Función de Preferencia	se busca...
Ferromex	Valor Presente Neto	[MX\$]	4	Tipo I	maximizar
	Tasa Interna de Retorno	%	4	Tipo I	maximizar
	Participación externa	%	2	Tipo I	maximizar
	Período de Recuperación de Inversión	años	3	Tipo I	minimizar
	Tasa de Descuento	%	2	Tipo I	minimizar
	Capital propio	%	5	Tipo I	minimizar
Gobierno	Minimizar fondo perdido	%	5	Tipo I	minimizar

TABLA 13: TABLA DE CRITERIOS Y PONDERACIONES PARA EL MÉTODO PROMETHEE

A partir de la tabla anterior y la información definida para cada criterio, obtenemos el siguiente cuadro para proceder al análisis multicriterio:

### Tabla de Datos

Alt./Crit.	Ferromex						Gobierno
	Valor Presente Neto	Tasa Interna de Retorno	Participación externa	Período de Recuperación de Inversión	Tasa de Descuento	Capital propio	Minimizar fondo perdido
1	\$108,671,011.02	5.68%	50%	14.25	5.17%	25%	25%
2	\$ 57,600,054.21	10.11%	0%	13.85	9.45%	50%	50%
3	\$ 74,059,808.76	8.09%	40%	14.11	7.57%	20%	40%

TABLA 14: VALOR DE LOS CRITERIOS PARA CADA ALTERNATIVA

Posteriormente se procede a calcular los índices de preferencia ( $\Pi$ ) que están definidos como las sumas ponderadas de cada criterio de acuerdo a su peso, con la siguiente fórmula:

$$\pi(a,b) = \sum_{j=1}^k P_j(a,b)w_j$$

$\Pi$ (Alt 1, Alt 2)	=	0.72
$\Pi$ (Alt 2, Alt 1)	=	0.28
$\Pi$ (Alt 2, Alt 3)	=	0.28
$\Pi$ (Alt 3, Alt 2)	=	0.72
$\Pi$ (Alt 1, Alt 3)	=	0.52
$\Pi$ (Alt 3, Alt 1)	=	0.48

Una vez obtenidos los índices de preferencia para cada par de alternativas, se procede a construir una matriz cuadrada que refleje las preferencias de cada alternativa con respecto a cada una de las demás; luego se calculan los flujos de ranqueo parcial, que son simplemente los promedios de cada fila y columna, obteniendo dos flujos, un positivo y un negativo.

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x)$$

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x)$$

Esta clasificación parcial ya presenta un ranqueo de las alternativas definido por el flujo positivo, sin embargo, PROMETHEE permite hacer un ranqueo total al sumar ambos flujos, obteniendo un flujo neto:

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a)$$

A continuación se presenta la matriz completa y el ranqueo de alternativas en ambos casos:

### Tabla de Índices de Preferencia

#### Clasificación Parcial ( $\phi^{+/-}$ ) y Total ( $\phi$ ) de PROMETHEE

$\Pi(a, b)$	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\phi^+(a)$
Alternativa 1	0	0.72	0.52	0.6200
Alternativa 2	0.28	0	0.28	0.2800
Alternativa 3	0.48	0.72	0	0.6000
$\phi^-(a)$	0.3800	0.7200	0.4000	
$\phi(a)$	0.2400	-0.4400	0.2000	

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x)$$

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x)$$

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a)$$

TABLA 15: MATRIZ DE CLASIFICACIÓN DE PREFERENCIA

### Clasificación Parcial

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
$\phi^+$	0.6200	0.2800	0.6000
$\phi^-$	0.3800	0.7200	0.4000

### Clasificación Total

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
$\phi$	0.2400	-0.4400	0.2000

TABLA 16: CLASIFICACIONES DE PREFERENCIA PARCIAL Y TOTAL

Según la herramienta de análisis multicriterio, **la alternativa 1 es la preferida**, tomando en cuenta los criterios establecidos y los pesos asignados.

## 6 CONCLUSIONES

---

La evaluación de proyectos es, dentro del proceso de planeación, una herramienta que brinda apoyo para la toma de decisiones, al usarse objetivamente, brinda al evaluador y/o decisor bases concretas y sustentadas para elegir una alternativa sobre otras en la búsqueda de la mejora de un sistema. Sin embargo, como toda herramienta, está sujeta al manejo que su usuario le dé, por lo que no siempre es utilizada con el fin de buscar objetivamente la mejor alternativa y su práctica puede estar enfocada a la justificación de decisiones tomadas de antemano, además de que su práctica recae y depende del evaluador; las diferentes metodologías y técnicas más avanzadas de evaluación pretenden aislar las preferencias y prejuicios que pueda tener un evaluador de la toma de decisiones, sin embargo esto es difícil de lograr ya que el proceso mismo generalmente requiere que el primero se involucre con el sistema para conocerlo, estructurarlo y posteriormente evaluarlo, sujetando lo anterior a las circunstancias y a la perspectiva desde la que se aborde la problemática y generando automáticamente una percepción que le impedirá ser totalmente objetivo. Hay metodologías, como la *Multicriterio*, que buscan integrar todos los sesgos y perspectivas de los actores involucrados, incluyendo a los evaluadores, sin embargo esto derivará la toma de decisiones a la preferencia o la jerarquía de criterios de entre todos los *stakeholders*, provocando que la decisión recaiga en aquellos que tienen más influencia sobre el sistema.

Se seleccionó la herramienta de análisis PROMETHEE porque precisamente permite jerarquizar de manera analítica y numérica la preferencia de cada criterio, dejando al evaluador la asignación de preferencias entre éstos. Para la asignación de pesos (ponderación) a cada criterio, se toma la postura de buscar maximizar el beneficio operativo y los indicadores financieros, así como la de minimizar la participación de Ferromex en la inversión y buscar el mejor esquema de financiamiento, que se refleja en la composición de la WACC para cada alternativa.

En este trabajo se puede apreciar claramente la dualidad de los intereses del Estado (inversión pública) y el concesionario (inversión privada) a los cuales se les asignaron las preferencias más altas en cuanto a los montos de inversión respectivos, donde ambas entidades buscan minimizar su participación, siendo que ambos requieren forzosamente de la participación del otro para llevar el proyecto a cabo. Los siguientes criterios en la escala de preferencia son los indicadores financieros VPN y TIR, seguidos por el Período de Recuperación y en el último nivel el monto de participación externa y la composición de la tasa de descuento (que involucra los esquemas de financiamiento).

La asignación de los pesos es la tarea más delicada e importante, ya que aquí entra la posición del decisor, quién al asignar los pesos sesgará la decisión última de qué alternativa elegir. Si algún otro stakeholder es capaz de retirar esta toma de decisión de su poder, entonces éste será el nuevo decisor, y la decisión estará sesgada de acuerdo a las preferencias de éste.

Llevando lo anterior al caso podríamos decir que Ferromex tiene el derecho y no la obligación, por contrato de concesión, de construir o no el libramiento de Monterrey; internamente el área de operación estaría a favor de su construcción por las mejoras operativas en cuanto a ahorro de recursos y mejora de tiempos, el área comercial se vería favorecida por el incremento potencial de carga, además de la obtención de beneficios secundarios (sociales, ambientales y económicos) en su entorno; sin embargo, su construcción no es rentable si no participa el gobierno con inversión a

fondo perdido, y aún haciéndolo la recuperación y los resultados se presentan a mediano plazo; su construcción implica un costo de oportunidad al dejar de percibir mayor valor a cambio de beneficios externos, por lo tanto resulta difícil pensar que, siendo decisión única de Ferromex, se tome la decisión de construirlo.

Si se ve el problema desde la perspectiva del Estado, y éste decide que la obra es necesaria para el crecimiento económico de la región y obligara a Ferromex a construirla, entonces los pesos (ponderaciones) ya no serían asignados por Ferromex sino por el Estado, lo que ocasionaría seguramente un cambio de decisión; sin embargo no se puede considerar la nueva decisión como totalmente objetiva, ya que el Estado no ve por la rentabilidad de la empresa sino por el crecimiento económico y se encuentra sesgada hacia éste.

Supongamos que se crea un panel donde intervienen todos los *stakeholders* afectados para determinar los pesos, en la medida en que se incremente el número de elementos involucrados, mayor será la pluralidad de criterios, sin embargo la jerarquización de éstos siempre estará sujeta a algún tipo de directriz, y el actor que la determine será del que dependerá finalmente la toma de la decisión de llevar a cabo un proyecto o no.

Este tipo de complejidades se dan principalmente en los proyectos de infraestructura debido a los esquemas público – privado que prevalecen y a la magnitud de los impactos que tienen en su entorno. En empresas privadas que carecen de dichos impactos es más sencilla la toma de decisiones ya que la búsqueda de la rentabilidad generalmente no está sujeta a la búsqueda del bienestar social, aún cuando sus actividades estén reguladas por el Estado, sin embargo en los esquemas en donde la prestación de servicios ha sido concesionada a empresas privadas por la ineficiencia de las instituciones estatales de brindar servicios competitivos y efectivos globalmente, han derivado en el choque de intereses que actualmente se presenta y que hace que la toma de decisiones afecte de forma negativa a unos y de forma positiva a otros.

Es importante conocer y saber utilizar la evaluación como herramienta para tomar decisiones y sustentarlas desde todas las perspectivas, sin embargo es más importante utilizarla para identificar los costos y beneficios reales, así como para incorporar todos los enfoques relevantes posibles de manera que podamos conocer la factibilidad de llevar a cabo proyectos de este tipo, siempre considerando los criterios propios y saber darles un peso importante cuando la directriz para la toma de decisiones no dependa directamente del evaluador; cuando si dependa de éste también se deben considerar las perspectivas de los demás *stakeholders* ya que sus puntos de vista pueden revelar impactos (tanto positivos como negativos) que a la postre afectarán al proyecto y al éxito o fracaso de éste.

## ANEXO 1: NORMATIVIDAD DEL SERVICIO DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL

---

De acuerdo a la SCT, la normatividad que rige al transporte ferroviario y multimodal es la siguiente:

- Leyes Federales:
  - Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario (Ley de Inversión Extranjera y Ley de Vías Generales de Comunicación)
  - Ley Federal para el control de precursores químicos, productos químicos esenciales y máquinas para elaborar cápsulas, tabletas y/o comprimidos.
- Tratados y Acuerdos Internacionales
  - Convenio de las Naciones Unidas sobre el Transporte Multimodal Internacional de Mercancías
- Reglamentos Federales
  - Reglamento de la Ley Federal para el control de precursores químicos, productos químicos esenciales y máquinas para elaborar cápsulas, tabletas y/o comprimidos.
  - Reglamento del Servicio Ferroviario
  - Reglamento del Transporte Multimodal Internacional
  - Reglamento para el Servicio de Maniobras en Zonas Federales Terrestres
  - Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos
  - Reglamento de Conservación de Vía y Estructuras para los Ferrocarriles Mexicanos
- Decretos
  - Decreto por el que se extingue el Organismo Público Descentralizado Ferrocarriles Nacionales de México y se abroga su Ley Orgánica.
- Acuerdos
  - Acuerdo por el que las Regiones de Inspección de Conformidad con sus esquemas de organización y jurisdicción determinados, tendrán a su cargo la ejecución de los programas que le corresponda realizar a la Dirección General de Ferrocarriles.
  - Acuerdo por el que se crea la Comisión Investigadora y Dictaminadora de Accidentes Ferroviarios como una dependencia de la Dirección General de Ferrocarriles en Operación de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
  - Acuerdo por el que se modifica la Comisión Investigadora y Dictaminadora de Accidentes Ferroviarios.
  - Acuerdo por el que los titulares de los centros SCT, en el ámbito de su jurisdicción, tendrán las facultades que se indican.
- Normas Oficiales Mexicanas
  - NOM – 011 – SCT2/1994 Para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos, condiciones para el transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos en cantidades limitadas.
  - NOM – 018 – SCT2/1994 Para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos, disposiciones para la carga, acondicionamiento y descarga de materiales y residuos peligrosos en unidades de arrastre ferroviario.
  - NOM – 021 – SCT2/1994 Disposiciones generales para transportar otro tipo de bienes diferentes a las sustancias, materiales y residuos peligrosos, en unidades destinadas al traslado de materiales y residuos peligrosos.

- NOM – 025 – SCT2/1994 Para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos "Disposiciones especiales para las sustancias, materiales, y residuos peligrosos de la Clase 1 explosivos".
- NOM – 027 – SCT2/1994 Disposiciones generales para el envase, embalaje y transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos de la división 5.2 peróxidos orgánicos.
- NOM – 030 – SCT2/1994 Especificaciones y características para la construcción y reconstrucción de los contenedores cisterna destinados al transporte multimodal de gases licuados refrigerados.
- NOM – 032 – SCT2/1995 Especificaciones y características para la construcción y reconstrucción de los contenedores cisterna destinados al transporte multimodal de materiales de las clases 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.
- NOM – 040 – SCT2/1995 Para el transporte de objetos indivisibles de gran peso y/o volumen, peso y dimensiones de las combinaciones vehiculares y de las grúas industriales y su tránsito por caminos y puentes de jurisdicción federal.
- NOM – 044/2 – SCT2/1995 Instrucciones para la ejecución de inspecciones y reparaciones programables de conservación del equipo tractivo ferroviario. Parte 2. Inspección trimestral o de 48,000 kilómetros de recorrido.
- NOM – 047/1 – SCT2/1995 Para fijación de riel de acero sobre durmiente de concreto y madera. Parte 1. Anclas de acero para vías férreas – especificaciones.
- NOM – 047/2 – SCT2/1995 Para fijación de riel de acero sobre durmiente de concreto y madera. Parte 2. Clavos de acero para vías férreas-especificaciones.
- NOM – 051 – SCT2/1995 Especificaciones especiales y adicionales para los envases y embalajes de las sustancias peligrosas de la división 6.2 agentes infecciosos.
- NOM – 044/1 – SCT2/1997 Instrucciones para la ejecución de inspecciones y reparaciones programables de conservación del equipo tractivo ferroviario. Parte 1. Inspección diaria o de viaje.
- NOM – 028 – SCT2/1998 Disposiciones especiales para los materiales y residuos peligrosos de la clase 3 líquidos inflamables transportados.
- NOM – 046 – SCT2/1998 Características y especificaciones para la construcción y reconstrucción de los contenedores cisterna destinados al transporte multimodal de gases licuados a presión no refrigerados.
- NOM – 053 – SCT2/1999 Transporte terrestre – servicio de arrastre, arrastre y salvamento – grúas – características y especificaciones técnicas, de seguridad y condiciones de operación.
- NOM – 003 – SCT/2000 Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
- NOM – 004 – SCT/2000 Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
- NOM – 005 – SCT/2000 Información de emergencia para el transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
- NOM – 049 – SCT2/2000 De riel de acero.
- NOM – 055 – SCT2/2000 Para vía continua, unión de rieles mediante soldadura.
- NOM – 056 – SCT2/2000 Para durmientes de madera.
- NOM – 002 – SCT3/2001 Que establece el contenido del manual general de operaciones.
- NOM – 006 – SCT3/2001 Que establece el contenido del manual general de mantenimiento.



- NOM – 021/5 – SCT3/2001 Que establece el contenido del manual de control de producción.
- NOM – 050 – SCT2/2001 Disposición para la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas.
- NOM – 064 – SCT2/2001 Reglas de seguridad e inspecciones periódicas a los diversos sistemas que constituyen el equipo tractivo ferroviario diesel-eléctrico.
- NOM – 007 – SCT2/2002 Marcado de envases y embalajes destinados al transporte de sustancias y residuos peligrosos.
- NOM – 024 – SCT2/2002 Especificaciones para la construcción y reconstrucción así como los métodos de prueba de los envases y embalajes de las sustancias, materiales y residuos peligrosos.
- NOM – 002 – SCT/2003 Listado de las sustancias y materiales peligrosos más usualmente transportados.
- NOM – 009 – SCT2/2003 Compatibilidad para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos de la clase 1 explosivos.
- NOM – 010 – SCT2/2003 Disposiciones de compatibilidad y segregacion, para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos, tabla 1 de compatibilidad y segregacion para sustancias, materiales y residuos peligrosos.
- NOM – 043 – SCT2/2003 Documento de embarque de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
- NOM – 051 – SCT2/2003 Especificaciones especiales y adicionales para los envases y embalajes de las sustancias peligrosas de la división 6.2 agentes infecciosos.
- NOM – 057 – SCT2/2003 Requerimientos generales para el diseño y construcción de autotanques destinados al transporte de gases comprimidos. Especificación. SCT 331.
- NOM – 076 – SCT2/2003 Lineamientos para el uso de los servicios de interconexión y de terminal entre los concesionarios ferroviarios mexicanos.
- NOM – 019 – SCT2/2004 Disposiciones generales para la limpieza y control de remanentes de sustancias y residuos peligrosos en las unidades que transportan materiales y residuos peligrosos.
- NOM – 029 – SCT2/2004 Especificaciones para la construcción y reconstrucción de recipientes intermedios para graneles (rig).
- NOM – 052 – SEMARNAT/2005 Características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- NOM – 064 – SCT2/2001 Reglas de seguridad e inspecciones periódicas a los diversos sistemas que constituyen el equipo tractivo ferroviario diesel-eléctrico.
- Otras disposiciones relevantes
  - NOM – 003 – SCT/2008 Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de sustancias, materiales, y residuos peligrosos.
  - NOM – 005 – SCT/2008 Información de emergencia para el transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
  - NOM – 004 – SCT/2008 Sistemas de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
  - Apéndice al Reglamento de Medicina Preventiva del Transporte, relativo al Transporte Ferroviario.
  - Aviso a todos los Transportistas y Formatos de aviso único e Informe Anual, que deberán representar los Transportistas que movilicen sustancias comprendidas en

el Artículo 4 de la Ley Federal para el Control de Precursores Químicos, Productos Químicos Esenciales y Máquinas para elaborar cápsulas, tabletas y/o comprimidos, ante las Unidades Representativas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

- Instructivo para la construcción, conservación y arrendamiento de vías férreas y servicio de equipo rodante para uso exclusivo de particulares.
- Oficio que autoriza la tarifa especial de ferrocarriles nacionales para los ancianos afiliados al Instituto Nacional de la Senectud.
- Circular No. 4193 Aprobación previa de los proyectos de las obras que ejecuten las empresas ferroviarias en relación con el cumplimiento de los artículos 41, 42, 43 y 44 y demás relativos de la Ley de Vías Generales de Comunicación.
- Circular relativa a los descuentos del 25% y 50% que deberán otorgar los prestadores de los servicios ferroviarios de pasajeros y los permisionarios del autotransporte federal de pasajeros, a maestros y estudiantes que utilicen sus servicios en los períodos vacacionales aprobados por la SEP.

## ANEXO 2: MEMORIA DE CÁLCULO DE LA EVALUACIÓN COSTO - BENEFICIO

---

## Consumos de combustible

Norte

DALFR/FALFR	Fuerza:	AC	1
		DC	2

Consist promedio

Carros	Cargados	Vacíos	%	C/V	Cantidad
<i>Góndolas</i>	100	35	45%	C	50
<i>Tolvas</i>	120	30	45%	V	50
<i>Tanques</i>	80	33	10%	V	10
<b>Tonelaje Total</b>					<b>6830</b>

Actual	Libramiento					
Vel [km/hr]	20	Punto Reg	(3<<<4)	30	Punto Reg	(5<<<6)

6TMYESC

Fuerza:	DC	2
---------	----	---

Consist promedio

Carros	Cargados	Vacíos	%	C/V	Cantidad
<i>Góndolas</i>	100	35	20%	C	5
<i>Tolvas</i>	120	30	70%	C	17
<i>Tanques</i>	80	33	10%	C	3
<b>Tonelaje Total</b>					<b>2780</b>

Actual	Libramiento					
Vel [km/hr]	20	Punto Reg.	(2->>>3)	30	Punto Reg.	(4)

Sur

DFRALT/FFRALT	Fuerza:	AC	0
		DC	4

Consist promedio

Carros	Cargados	Vacíos	%	C/V	Cantidad
<i>Góndolas</i>	100	35	45%	V	50
<i>Tolvas</i>	120	30	45%	C	50
<i>Tanques</i>	80	33	10%	C	10
<b>Tonelaje Total</b>					<b>8550</b>

Actual	Libramiento				
Consumo de Combustible con frenos dinámicos					

6TMYESC

Fuerza:	DC	2
---------	----	---

Consist promedio

Carros	Cargados	Vacíos	%	C/V	Cantidad
<i>Góndolas</i>	100	35	20%	V	5
<i>Tolvas</i>	120	30	70%	V	17
<i>Tanques</i>	80	33	10%	V	3
<b>Tonelaje Total</b>					<b>784</b>

Actual	Libramiento				
Consumo de Combustible con frenos dinámicos					

## Tabla de Consumos de combustible

Reg	DC [lt/hr]	AC [lt/hr]
2	78.36	
3	163.15	191.54
4	223.72	274.43
5	293.37	352.044
6	361.89	434.268
Freno dinámico para DC		54.13
Freno dinámico para AC		54.13

## Tiempos de recorrido

	M 465 - M 500			M 500 - M 528			M 528 - M 535			M 535 - M 539			Demora Tiempo [hh:mm]	Total Corriendo [hh:mm]	Total Holgando [hh:mm]	Total [hh:mm]
	Autorización [hh:mm]	Distancia [km]	Recorrido [hh:mm]	Autorización [hh:mm]	Distancia [km]	Recorrido [hh:mm]	Autorización [hh:mm]	Distancia [km]	Recorrido [hh:mm]	Autorización [hh:mm]	Distancia [km]	Recorrido [hh:mm]				
<b>Actual</b>	00:00	35	01:45	00:15	28	01:24	00:15	7.811	00:23	00:15	4.469	00:13	01:48	04:30	01:48	06:19

	M 465 - F 43			F 43 - F 20			F 20 - B 1038			B 1038 - M 535			M 535 - M 539			Total Corriendo [hh:mm]	Total Holgando [hh:mm]	Total [hh:mm]
	Autorización [hh:mm]	Distancia [km]	Recorrido [hh:mm]	Autorización [hh:mm]	Distancia [km]	Recorrido [hh:mm]	Autorización [hh:mm]	Distancia [km]	Recorrido [hh:mm]	Autorización [hh:mm]	Distancia [km]	Recorrido [hh:mm]	Autorización [hh:mm]	Distancia [km]	Recorrido [hh:mm]			
<b>Libramiento</b>	00:00	17.755	00:35	00:15	23.142	00:46	00:15	21	00:42	00:15	3.982	00:07	00:15	4.469	00:08	03:20	00:00	03:20

## Tabla de Distancias

	Línea	Placa KM	Línea	Placa KM
<i>Conexión M - MF</i>	M	465	MF	0
<i>Límite territorial sur</i>	M	500	-	-
<i>Límite territorial norte</i>	M	528	-	-
<i>PC 35</i>	M	535.811	-	-
<i>Patio FXE</i>	M	540.28	-	-
<i>Conexión F - MF</i>	F	43.842	MF	17.755
<i>Conexión Apodaca</i>	F	20.7	-	-
<i>Conexión B - BF</i>	B	1038.323	BF	39.858
<i>Conexión M - BF</i>	M	535.811	BF	35.876
<i>Long. Libramiento</i>	-	21	-	-

## Trenes Relevantes en Linares

### Consist promedio/tren

Tren	Número anual	CC	CV	Locs.	Ton	TKB	TKN
DALTFR	273	49	29	3	5,966	1,863,856	1,110,220
DFRALT	338	33	52	3	4,393	2,074,447	874,038
FALTFR	125	60	21	3	6,688	2,149,585	1,400,711
FFRALT	155	21	54	2	3,229	1,569,656	519,805
6TMYESC	400	24	21	1	3,457	256,849	166,852
<b>TOTAL</b>	<b>1291</b>						

## Trenes Totales y Frecuencia en División Monterrey - Ferromex

Tren Programa	Número Trenes (ene-oct)				Trenes máximos	Trenes Anualizados
	Gral Coss	Linares	Paredón	Sabinas		
ATOPN	263		261	264	264	317
AFRPN	0	0	0	197	197	237
APNFR	0	0	0	96	96	116
2DPNTO	161	0	161	162	162	195
2DTOPN	233	0	232	232	233	280
<b>DALTFR</b>	<b>191</b>	<b>227</b>	<b>207</b>	<b>0</b>	<b>227</b>	<b>273</b>
<b>DFRALT</b>	<b>245</b>	<b>236</b>	<b>281</b>	<b>0</b>	<b>281</b>	<b>338</b>
DPNTO	285	0	286	288	288	346
DTOPN	267	0	265	255	267	321
<b>FALTFR</b>	<b>100</b>	<b>101</b>	<b>104</b>	<b>0</b>	<b>104</b>	<b>125</b>
<b>FFRALT</b>	<b>112</b>	<b>114</b>	<b>129</b>	<b>0</b>	<b>129</b>	<b>155</b>
GAPAPN	20	0	20	19	20	24
GENCPN	5	0	5	5	5	6
GGDPN	5	0	5	5	5	6
GIRPN	3	0	3	3	3	4
GMXPN	1	0	1	1	1	2
GNAPA	29	0	29	29	29	35
GNENC	8	0	9	8	9	11
GPNGD	20	0	21	21	21	26
GPNMX	3	0	3	3	3	4
GPNSJL	48	0	49	49	49	59
GPNTO	22	0	22	22	22	27
GTOPN	0	0	17	18	18	22
GROPN	19	0	18	19	19	23
GSJLPN	13	0	12	12	13	16
IPGDPN	296	0	292	294	296	356
IPPNGD	259	0	258	260	260	312
LPNSA	283	0	0	297	297	357
LSAPN	291	0	0	239	291	350
RPNGD	87	0	88	88	88	106
TFRENC	253	0	0	0	253	304
TMYESC	0	0	242	0	242	291
2TMYESC	0	240	0	0	240	288
3TMYESC	0	0	310	0	310	372
4TMYESC	0	0	247	0	247	297
5TMYESC	0	89	19	0	89	107
<b>6TMYESC</b>	<b>0</b>	<b>333</b>	<b>67</b>	<b>0</b>	<b>333</b>	<b>400</b>
7TMYESC	0	0	281	0	281	338
8TMYESC	0	0	272	0	272	327
DMYTO	0	246	0	0	246	296
DTOMY	0	252	0	0	252	303
FJAMY	0	0	54	0	54	65
FMZMY	0	0	72	0	72	87
RBYMZ	0	0	67	0	67	81
RMZMY	0	0	174	0	174	209
<b>TOTAL</b>					<b>6,829</b>	<b>8,195</b>

TKB por tren en Linares

1,002,218.08

## Demoras

### Demora de trenes en la división Monterrey

Período de consulta:

2011

Tipo Demora	Demora	Horas
<b>Demora Camino</b>		
	POR ATROPELLAMIENTO DE UNA PERSONA	01:55
	AUTORIZACIÓN TRAMO OCUPADO	305:00
	ACCIDENTE	90:57
	BLOQUEO POR OTRO TREN O SERVICIO	1085:03
	ESPERA AUTORIZACION TREN ADELANTE	1642:02
	ENCUENTROS	2920:09
	LIBRANDO TRENES	804:55
	SALIENDO DEL PATIO CON PRECAUCION	15:34
	ESPERANDO ENTRAR AL PATIO	7486:47
	POR ARROLLAMIENTO DE VEHICULO	04:55
	VENTANA DE VIA	272:31
	<b>Subtotal</b>	<b>14629:48</b>
<b>Demora Terminal</b>		
	ACCIDENTE	10:30
	ESPERA AUTORIZACION TREN ADELANTE	116:22:00
	SALIENDO DEL PATIO CON PRECAUCION	36:04
	PATIO SATURADO	07:15
	VENTANA DE VIA	03:08
	<b>Subtotal</b>	<b>173:19</b>
<b>GRAN TOTAL</b>		<b>14803:07</b>

**Demora total de trenes relevantes 2332:00**

**Demora por tren relevante 01:48**

### Proyección de trenes incrementales en Linares

No.	Año	TKB/año	Trenes/año	Trenes/día	Capacidad Operativa	Capacidad Operativa redondeada	Trenes reales operados	Trenes diferenciales	TKB/día	TKB/año	TKN/año	Utilidad diferencial por TKN
0	2012	1,518,360,389	1,515.00	4.15	5.8	6	4	0	-	-	-	-
1	2013	1,601,242,237	1,597.70	4.38	5.8	6	4	0	-	-	-	-
2	2014	1,688,648,307	1,684.91	4.62	5.8	6	5	1	1,002,218.08	365,809,598.67	196,184,559.18	13,732,919.14
3	2015	1,780,825,562	1,776.88	4.87	5.8	6	5	1	1,002,218.08	365,809,598.67	196,184,559.18	13,732,919.14
4	2016	1,878,034,442	1,873.88	5.13	5.8	6	5	1	1,002,218.08	365,809,598.67	196,184,559.18	13,732,919.14
5	2017	1,980,549,606	1,976.17	5.41	5.8	6	5	1	1,002,218.08	365,809,598.67	196,184,559.18	13,732,919.14
6	2018	2,088,660,705	2,084.04	5.71	5.8	6	6	2	2,004,436.16	731,619,197.34	392,369,118.37	27,465,838.29
7	2019	2,202,673,202	2,197.80	6.02	5.8	6	6	2	2,004,436.16	731,619,197.34	392,369,118.37	27,465,838.29
8	2020	2,322,909,232	2,317.77	6.35	5.8	6	6	2	2,004,436.16	731,619,197.34	392,369,118.37	27,465,838.29
9	2021	2,449,708,515	2,444.29	6.70	5.8	6	7	2	2,004,436.16	731,619,197.34	392,369,118.37	27,465,838.29
10	2022	2,583,429,317	2,577.71	7.06	5.8	6	7	2	2,004,436.16	731,619,197.34	392,369,118.37	27,465,838.29
11	2023	2,724,449,457	2,718.42	7.45	5.8	6	7	2	2,004,436.16	731,619,197.34	392,369,118.37	27,465,838.29
12	2024	2,873,167,381	2,866.81	7.85	5.8	6	8	2	2,004,436.16	731,619,197.34	392,369,118.37	27,465,838.29
13	2025	3,030,003,283	3,023.30	8.28	5.8	6	8	2	2,004,436.16	731,619,197.34	392,369,118.37	27,465,838.29
14	2026	3,195,400,295	3,188.33	8.74	5.8	6	9	2	2,004,436.16	731,619,197.34	392,369,118.37	27,465,838.29
15	2027	3,369,825,736	3,362.37	9.21	5.8	6	9	2	2,004,436.16	731,619,197.34	392,369,118.37	27,465,838.29

### Proyección de relación TKB/TKN

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>TKB</b>	44,169,066,000	42,654,826,694	48,982,447,001	50,102,261,629	56,961,029,521	62,827,235,493	71,476,780,031	73,251,765,821	73,996,066,625	73,512,755,165	83,735,643,912	84,340,962,071
<b>TKN</b>	23,968,868,000	23,600,030,825	27,567,607,090	28,183,549,760	32,384,112,602	35,337,812,568	38,900,660,727	40,457,635,436	40,098,379,517	39,205,416,169	45,277,125,126	45,232,258,872
<b>TKB/TKN</b>	1.84	1.81	1.78	1.78	1.76	1.78	1.84	1.81	1.85	1.88	1.85	<b>1.86</b>

<b>Ingreso por TKN</b>	\$	0.356
<b>Costo por TKN</b>	\$	0.286
<b>Utilidad por TKN</b>	\$	<b>0.070</b>



## Beneficios por ahorro de combustible y reducción de demoras

Tren	Rumbo	Ahorro Combustible										Beneficio [MX\$]	Reducción de Demoras			
		Locomotoras		Consumo [lt/hr]				Consumo [lt]		Costo por tren			Costo anual		Horas demoradas anuales	Costo Anual [MX\$]
		AC	DC	Ruta Actual AC	DC	Libramiento AC	DC	Ruta Actual	Libramiento	Ruta Actual	Libramiento		Ruta actual	Libramiento		
DALTFR	N	1	2	219.17	366.68	379.45	632.42	3,702.78	3,384.64	\$ 30,992.29	\$ 28,329.47	\$ 8,460,895.39	\$ 7,733,946.26	\$ 726,949.13	493.14	\$ 413,248.10
DFRALT	S	0	4	0.00	216.52	0.00	216.52	1,368.48	724.24	\$ 11,454.21	\$ 6,061.93	\$ 3,871,524.06	\$ 2,048,932.46	\$ 1,822,591.60	610.55	\$ 511,640.51
FALTFR	N	1	2	219.17	366.68	379.45	632.42	3,702.78	3,384.64	\$ 30,992.29	\$ 28,329.47	\$ 3,874,036.35	\$ 3,541,184.18	\$ 332,852.17	225.79	\$ 189,216.16
FFRALT	S	0	4	0.00	216.52	0.00	216.52	1,368.48	724.24	\$ 11,454.21	\$ 6,061.93	\$ 1,775,403.05	\$ 939,599.21	\$ 835,803.84	279.99	\$ 234,628.04
6TMYESC	N	0	2	0.00	269.77	0.00	447.44	1,705.06	1,496.66	\$ 14,271.39	\$ 12,527.02	\$ 5,708,555.84	\$ 5,010,807.54	\$ 697,748.30	722.54	\$ 401,734.37
6TMYESC	S	0	2	0.00	108.26	0.00	108.26	684.24	362.12	\$ 5,727.11	\$ 3,030.97	\$ 2,290,842.64	\$ 1,212,386.07	\$ 1,078,456.57	722.54	\$ 401,734.37
<b>TOTAL</b>		<b>2</b>	<b>16</b>	<b>438.34</b>	<b>1,544.43</b>	<b>758.90</b>	<b>2,253.58</b>	<b>12,531.84</b>	<b>10,076.56</b>	<b>\$ 104,891.50</b>	<b>\$ 84,340.79</b>	<b>\$25,981,257.33</b>	<b>\$20,486,855.72</b>	<b>\$5,494,401.61</b>	<b>3,054.55</b>	<b>\$2,152,201.56</b>

Costo Diesel \$ 8.37  
 Costo Demora Directos\* \$ 838.00  
 Costo Demora Turnos\* \$ 556.00  
 Tasa de crecimiento 5.46%

\* No se considera diesel ya que esta contemplado en el cálculo de ahorro de combustible

## Inversiones a precios constantes de 2011.

Distrito	Año	Trenes	Inversiones [mdd]	Inversiones [MX\$]
PAREDON-MONTERREY	2012	13.7	2.40	\$ 29,400,000.00
	2013	15.4	2.40	\$ 29,400,000.00
	2014	21.4	2.40	\$ 29,400,000.00
	2015	21.4	0.00	\$ -
	2016	21.4	0.00	\$ -
<b>Total Distrito</b>				<b>\$ 88,200,000.00</b>
GRAL. COSS. PAREDON-CD. FRONTERA	2012	16.6	0.00	\$ -
	2013	16.6	0.00	\$ -
	2014	17.5	2.43	\$ 29,767,500.00
	2015	18.4	2.43	\$ 29,767,500.00
	2016	20.5	5.10	\$ 62,475,000.00
<b>Total Distrito</b>				<b>\$ 122,010,000.00</b>
LINARES MONTERREY-ALTAMIRA	2012	5.8	3.87	\$ 47,407,500.00
	2013	5.8	1.00	\$ 12,250,000.00
	2014	5.8	0.00	\$ -
	2015	5.8	0.00	\$ -
	2016	5.8	0.00	\$ -
<b>Total Distrito</b>				<b>\$ 59,657,500.00</b>

**Inversión estimada del libramiento \$ 350,000,000.00**



## Tasas de descuento

### Modelo de Valuación de Activos de Capital (Capital Asset Pricing Model)

$$r_e = r_f + \beta (r_m - r_f)$$

<b><math>r_e</math> = Costo de Capital propio/Tasa de rentabilidad requerida</b>	<b>9.45%</b>
$r_f$ = Tasa libre de riesgo (CETES 28 días)	2.41%
$r_m$ = Rentabilidad del mercado	7.51%
Beta (comportamiento respecto al mercado)	1.38

Empresas	Betas del Sector
KCS	1.38
UP	1.19
CN	1.01
CSX	1.24
<b>Promedio</b>	<b>1.205</b>

## WACC

$$WACC = \frac{D_i}{D_i + E} k_{D_i} (1 - T_i) + \frac{E}{D + E} k_E$$

$D_i$  = Valor de mercado de la(s) deuda(s)

$k_{D_i}$  = Costo de la deuda antes de impuestos

$E$  = Valor de mercado del capital propio

$k_E$  = Costo del capital propio

$T_i$  = Tasa impositiva

## Cálculo de montos y tasas de las alternativas de financiamiento

Financiamiento Libramiento	Tasa de interés (costo del dinero)	Alternativa			
		0	1	2	3
<i>Ferromex</i>	<b>9.45%</b>	100%	25%	50%	20%
<i>Gobierno (fondo perdido)</i>	<b>0.00%</b>	0%	25%	50%	40%
<i>Gobierno (Banco Mundial)*</i>	<b>1.86%</b>	0%	25%	0%	0%
<i>Fondo Nacional de Infraestructura</i>	<b>8.85%</b>	0%	0%	0%	40%
<i>Banco Interamericano de Desarrollo</i>	<b>2.91%</b>	0%	25%	0%	0%
<i>Nacional Financiera</i>	<b>4.85%</b>	0%	0%	0%	0%
<b>Total cubierto</b>		Correcto	Correcto	Correcto	Correcto
<b>Montos totales por instancia</b>					
<i>Ferromex (libramiento)</i>		\$ 350,000,000.00	\$ 87,500,000.00	\$ 175,000,000.00	\$ 70,000,000.00
<i>Ferromex (inversión en línea)</i>		\$ 59,657,500.00	\$ 59,657,500.00	\$ 59,657,500.00	\$ 59,657,500.00
<b>Ferromex TOTAL</b>		<b>\$ 409,657,500.00</b>	<b>\$ 147,157,500.00</b>	<b>\$ 234,657,500.00</b>	<b>\$ 129,657,500.00</b>
<i>Gobierno (fondo perdido)</i>		\$ -	\$ 87,500,000.00	\$ 175,000,000.00	\$ 140,000,000.00
<i>Gobierno (Banco Mundial)</i>		\$ -	\$ 87,500,000.00	\$ -	\$ -
<i>Fondo Nacional de Infraestructura</i>		\$ -	\$ -	\$ -	\$ 140,000,000.00
<i>Banco Interamericano de Desarrollo</i>		\$ -	\$ 87,500,000.00	\$ -	\$ -
<i>Nacional Financiera</i>		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Subtotal Financiado</b>		<b>\$ 409,657,500.00</b>	<b>\$ 322,157,500.00</b>	<b>\$ 234,657,500.00</b>	<b>\$ 269,657,500.00</b>
<b>WACC</b>		<b>9.45%</b>	<b>5.17%</b>	<b>9.45%</b>	<b>7.57%</b>





Modelo de evaluación financiera

Valor Presente Neto **\$74,059,808.76**  
 Tasa Interna de Retorno **8.09%**  
 P. de Recuperación **14.11**

Alternativa a Evaluar **3**  
 Tasa de descuento **7.57%**  
 Tipo de Cambio \$ **12.25**

	2012 0	2013 1	2014 2	2015 3	2016 4	2017 5	2018 6	2019 7	2020 8
<b>Beneficios</b>	<b>\$ 7,646,603.17</b>	<b>\$ 8,064,003.81</b>	<b>\$ 22,237,108.00</b>	<b>\$ 22,701,321.17</b>	<b>\$ 23,190,874.07</b>	<b>\$ 23,707,149.91</b>	<b>\$ 37,984,526.53</b>	<b>\$ 38,558,704.00</b>	<b>\$ 39,164,223.75</b>
Reducción de consumo de combustible	\$ 5,494,401.61	\$ 5,794,321.29	\$ 6,110,612.51	\$ 6,444,168.93	\$ 6,795,933.00	\$ 7,166,898.60	\$ 7,558,113.89	\$ 7,970,684.22	\$ 8,405,775.28
Reducción de demoras en los trenes librados	\$ 2,152,201.56	\$ 2,269,682.52	\$ 2,393,576.35	\$ 2,524,233.10	\$ 2,662,021.93	\$ 2,807,332.16	\$ 2,960,574.35	\$ 3,122,181.49	\$ 3,292,610.18
Incremento diferencial de trenes por inversión	\$ -	\$ -	\$ 13,732,919.14	\$ 13,732,919.14	\$ 13,732,919.14	\$ 13,732,919.14	\$ 27,465,838.29	\$ 27,465,838.29	\$ 27,465,838.29
<b>Costos</b>	<b>\$ 257,407,500.00</b>	<b>\$ 12,250,000.00</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>
Libramiento Monterrey	\$ 210,000,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Inversión para capacidad en línea	\$ 47,407,500.00	\$ 12,250,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Flujo de Efectivo</b>	<b>-\$ 249,760,896.83</b>	<b>-\$ 4,185,996.19</b>	<b>\$ 22,237,108.00</b>	<b>\$ 22,701,321.17</b>	<b>\$ 23,190,874.07</b>	<b>\$ 23,707,149.91</b>	<b>\$ 37,984,526.53</b>	<b>\$ 38,558,704.00</b>	<b>\$ 39,164,223.75</b>
Flujo de Efectivo Acumulado	-\$ 249,760,896.83	-\$ 253,946,893.01	-\$ 231,709,785.01	-\$ 209,008,463.84	-\$ 185,817,589.77	-\$ 162,110,439.87	-\$ 124,125,913.33	-\$ 85,567,209.34	-\$ 46,402,985.59
Flujo de Efectivo Descontado	\$ 249,760,896.83	\$ 3,891,310.46	\$ 19,216,416.84	\$ 18,236,533.60	\$ 17,318,302.79	\$ 16,457,528.26	\$ 24,512,580.54	\$ 23,131,393.54	\$ 21,840,669.39
Flujo de Efectivo Descontado Acumulado	-\$ 249,760,896.83	-\$ 253,652,207.28	-\$ 234,435,790.44	-\$ 216,199,256.85	-\$ 198,880,954.06	-\$ 182,423,425.80	-\$ 157,910,845.25	-\$ 134,779,451.72	-\$ 112,938,782.33

	2021 9	2022 10	2023 11	2024 12	2025 13	2026 14	2027 15	2028 16	2029 17	2030 18	2031 19	2032 20
<b>\$ 39,802,796.65</b>	<b>\$ 40,476,226.96</b>	<b>\$ 41,186,417.41</b>	<b>\$ 41,935,374.62</b>	<b>\$ 42,725,214.71</b>	<b>\$ 43,558,169.34</b>	<b>\$ 44,436,591.97</b>	<b>\$ 45,362,964.54</b>	<b>\$ 46,339,904.48</b>	<b>\$ 47,370,172.05</b>	<b>\$ 48,456,678.24</b>	<b>\$ 49,602,492.91</b>	
\$ 8,864,616.41	\$ 9,348,504.02	\$ 9,858,805.33	\$ 10,396,962.15	\$ 10,964,495.02	\$ 11,563,007.48	\$ 12,194,190.59	\$ 12,859,827.71	\$ 13,561,799.58	\$ 14,302,089.58	\$ 15,082,789.35	\$ 15,906,104.73	
\$ 3,472,341.96	\$ 3,661,884.65	\$ 3,861,773.80	\$ 4,072,574.18	\$ 4,294,881.40	\$ 4,529,323.57	\$ 4,776,563.10	\$ 5,037,298.55	\$ 5,312,266.61	\$ 5,602,244.19	\$ 5,908,050.60	\$ 6,230,549.89	
\$ 27,465,838.29	\$ 27,465,838.29	\$ 27,465,838.29	\$ 27,465,838.29	\$ 27,465,838.29	\$ 27,465,838.29	\$ 27,465,838.29	\$ 27,465,838.29	\$ 27,465,838.29	\$ 27,465,838.29	\$ 27,465,838.29	\$ 27,465,838.29	
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
<b>\$ 39,802,796.65</b>	<b>\$ 40,476,226.96</b>	<b>\$ 41,186,417.41</b>	<b>\$ 41,935,374.62</b>	<b>\$ 42,725,214.71</b>	<b>\$ 43,558,169.34</b>	<b>\$ 44,436,591.97</b>	<b>\$ 45,362,964.54</b>	<b>\$ 46,339,904.48</b>	<b>\$ 47,370,172.05</b>	<b>\$ 48,456,678.24</b>	<b>\$ 49,602,492.91</b>	
-\$ 6,600,188.94	\$ 33,876,038.02	\$ 75,062,455.44	\$ 116,997,830.05	\$ 159,723,044.76	\$ 203,281,214.10	\$ 247,717,806.07	\$ 293,080,770.61	\$ 339,420,675.08	\$ 386,790,847.14	\$ 435,247,525.38	\$ 484,850,018.29	
\$ 20,634,172.76	\$ 19,506,104.64	\$ 18,451,071.70	\$ 17,464,057.78	\$ 16,540,397.38	\$ 15,675,751.02	\$ 14,866,082.36	\$ 14,107,636.86	\$ 13,396,922.05	\$ 12,730,689.07	\$ 12,105,915.58	\$ 11,519,789.89	
-\$ 92,304,609.57	-\$ 72,798,504.93	-\$ 54,347,433.23	-\$ 36,883,375.45	-\$ 20,342,978.07	-\$ 4,667,227.05	\$ 10,198,855.31	\$ 24,306,492.17	\$ 37,703,414.22	\$ 50,434,103.28	\$ 62,540,018.87	<b>\$ 74,059,808.76</b>	

## ANEXO 3: MEMORIA DE CÁLCULO DEL ANÁLISIS MULTICRITERIO

**Tabla de Criterios**

Instancia Interesada	Criterio	Unidades	Peso	Función de Preferencia	se busca...
<b>Ferromex</b>	Valor Presente Neto	[MX\$]	4	Tipo I	maximizar
	Tasa Interna de Retorno	%	4	Tipo I	maximizar
	Participación externa	%	2	Tipo I	maximizar
	Período de Recuperación de Inversión	años	3	Tipo I	minimizar
	Tasa de Descuento	%	2	Tipo I	minimizar
	Capital propio	%	5	Tipo I	minimizar
<b>Gobierno</b>	Minimizar fondo perdido	%	5	Tipo I	minimizar

**Tabla de Datos**

Alt./Crit.	Financiero						Operativo
	Valor Presente Neto	Tasa Interna de Retorno	Participación externa	Período de Recuperación de Inversión	Tasa de Descuento	Capital propio	Minimizar fondo perdido
<b>1</b>	\$108,671,011.02	5.68%	50%	14.25	5.17%	25%	25%
<b>2</b>	\$ 57,600,054.21	10.11%	0%	13.85	9.45%	50%	50%
<b>3</b>	\$ 74,059,808.76	8.09%	40%	14.11	7.57%	20%	40%

Alternativas Tesis	1	2	3
VPN	\$ 108,671,011.02	\$57,600,054.21	\$74,059,808.76
TIR	5.68%	10.11%	8.09%
Recup.	14.25	13.85	14.11



Función de preferencia (Alt 1, Alt 2)	Diferencia	Alternativa a	Criterios	Alternativa b	Diferencia	Función de Preferencia (Alt 2, Alt 1)
(1,0)	\$ 51,070,956.82	\$ 108,671,011.02	Valor Presente Neto	\$57,600,054.21		
		5.68%	Tasa Interna de Retorno	10.11%	4.43%	(1,0)
(1,0)	50%	50%	Participación externa	0%		
		14.25	Período de Recuperación de Inversión	13.85	-0.40	(1,0)
(1,0)	-4.28%	5.17%	Tasa de Descuento	9.45%		
(1,0)	-25%	25%	Capital propio	50%		
(1,0)	-25%	25%	Minimizar fondo perdido	50%		
<b>(Alt 2, Alt 3)</b>						
		\$ 57,600,054.21	Valor Presente Neto	\$74,059,808.76	\$16,459,754.55	(1,0)
(1,0)	2.02%	10.11%	Tasa Interna de Retorno	8.09%		
		0%	Participación externa	40%	40%	(1,0)
(1,0)	-0.26	13.85	Período de Recuperación de Inversión	14.11		
		9.45%	Tasa de Descuento	7.57%	-1.87%	(1,0)
		50%	Capital propio	20%	-30%	(1,0)
		50%	Minimizar fondo perdido	40%	-10%	(1,0)
<b>(Alt 1, Alt 3)</b>						
(1,0)	\$ 34,611,202.27	\$ 108,671,011.02	Valor Presente Neto	\$74,059,808.76		
		5.68%	Tasa Interna de Retorno	8.09%	2.41%	(1,0)
(1,0)	10%	50%	Participación externa	40%		
		14.25	Período de Recuperación de Inversión	14.11	-0.14	(1,0)
(1,0)	2.40%	5.17%	Tasa de Descuento	7.57%		
		25%	Capital propio	20%	-5%	(1,0)
(1,0)	-15%	25%	Minimizar fondo perdido	40%		

$$\left\{ \pi(a, b) = \sum_{j=1}^k P_j(a, b) w_j \right.$$

$$\Pi(\text{Alt 1, Alt 2}) = 0.72$$

$$\Pi(\text{Alt 2, Alt 1}) = 0.28$$

$$\Pi(\text{Alt 2, Alt 3}) = 0.28$$

$$\Pi(\text{Alt 3, Alt 2}) = 0.72$$

$$\Pi(\text{Alt 1, Alt 3}) = 0.52$$

$$\Pi(\text{Alt 3, Alt 1}) = 0.48$$

### Tabla de Índices de Preferencia

#### Clasificación Parcial ( $\phi^{+/-}$ ) y Total ( $\phi$ ) de PROMETHEE

$\Pi(a, b)$	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\phi^+(a)$
Alternativa 1	0	0.72	0.52	0.6200
Alternativa 2	0.28	0	0.28	0.2800
Alternativa 3	0.48	0.72	0	0.6000
$\phi^-(a)$	0.3800	0.7200	0.4000	
$\phi(a)$	0.2400	-0.4400	0.2000	

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x)$$

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x)$$

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a)$$

### Clasificación Parcial

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
$\phi+$	0.6200	0.2800	0.6000
$\phi-$	0.3800	0.7200	0.4000

### Clasificación Total

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
$\phi$	0.2400	-0.4400	0.2000

## BIBLIOGRAFÍA

---

### LIBROS Y PAPERS

---

- Nacional Financiera (1995);** *Guía para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión; Dirección de Promoción y Desarrollo Empresarial*
- Kuntz Ficker, S.; Connolly, P. (1999);** *Ferrocarriles y Obras Públicas, Lecturas de Historia Económica Mexicana*
- Matus, C. (1972);** *Estrategia y Plan*
- Pérez Tamayo, R. (1990);** *¿Existe el método científico?*
- Kuhn, T. (1962);** *La estructura de las Revoluciones Científicas*
- Checkland, P. (1976);** *Science and the Systems Paradigm; international Journal of General Systems*
- Ackoff; Russell (2007);** *El Paradigma de Ackoff, Una Administración Sistémica*
- Rittel, H.; Webber, M. (1969);** *Dilemmas in a General Theory of Planning*
- Bishop, B. (1991);** *Planning as a Process of Social Change, Public Involvement and Dispute Resolution*
- Banfield, E. (1959);** *Ends and Means in Planning*
- Ozbekhan, H. (1977);** *The Future of Paris, A Systems Study in Strategic Urban Planning*
- Ackoff, Russell (1981);** *Planificación de la empresa del futuro*
- Gelman, O.; Negroe G. (1982);** *La Planeación como un proceso de básico de conducción*
- Cohen, E.; Franco, R. (1996);** *Evaluación de Proyectos Sociales*
- Sánchez Guerrero, G. (1990);** *Un Marco Teórico para la Evaluación; Cuadernos de Planeación y Sistemas*
- Nagakawa, D.; Matsunaka, R. (1997);** *Funding Transport Systems*
- Van Horne, J. (2008);** *Administración Financiera*
- Zopounidis, C.; Doumpos, M. (2002);** *Multi – criteria Decision Aid in Financial Decision Making; Methodologies and Literature Review; Journal of Multi – criteria Decision Analysis*
- Ananda, J.; Herath, G. (2009);** *A critical review of multi – criteria decision making methods with special reference to forest management and planning; Ecological Economics*
- Behzadian, M.; Kazamzadeh, R.; Alvabdivi, A.; Aghdasi, M. (2010);** *PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications; European Journal of Operations Research*
- Anagnostopoulos, K.; Giannopoulou, M.; Roukounis, Y. (2006);** *Multi – criteria evaluation of transportation infrastructure projects, An application of PROMETHEE and GAIA methods*

## PORTALES ELECTRÓNICOS, LEYES, REGLAMENTOS Y PROGRAMAS

---

Portal electrónico de Ferrocarril Mexicano ([www.ferromex.com.mx](http://www.ferromex.com.mx))

Portal electrónico de Kansas City Southern de México ([www.kcsouthern.com](http://www.kcsouthern.com))

Portal de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes ([www.sct.gob.mx](http://www.sct.gob.mx))

Portal electrónico del Banco Mundial ([www.worldbank.org](http://www.worldbank.org))

Portal electrónico del Banco Interamericano de Desarrollo ([www.iabd.org](http://www.iabd.org))

Portal electrónico del Banco Nacional de Obras, Portal del Fondo Nacional de Infraestructura  
([www.banobras.gob.mx/productosy servicios/ productos/Paginas/fonadin.aspx](http://www.banobras.gob.mx/productosy servicios/ productos/Paginas/fonadin.aspx))

Portal electrónico de Nacional Financiera ([www.nafin.com.mx](http://www.nafin.com.mx))

Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario

Reglamento del Servicio Ferroviario

Ley de Planeación

Plan Nacional de Desarrollo

Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes

Programa Nacional de Infraestructura

## RELACIÓN DE ILUSTRACIONES

---

Ilustración 1: Sección transversal de la vía.....	12
Ilustración 2: Vista superior de ambos rieles sobre durmientes de madera .....	12
Ilustración 3: Fotografía de una tolva cementera.....	13
Ilustración 4: Locomotora de Ferromex de 4,400 HP .....	13
Ilustración 5: Patio de clasificación para loteo de carros en la Terminal del Valle de México .....	14
Ilustración 6: Paso a nivel con señalamiento y pluma. ....	15
Ilustración 7: paso a desnivel en Torreón. intersección entre avenida y la línea A.....	15
Ilustración 8: Libramiento Ferroviario Fortín – Amatlán en Veracruz.....	16
Ilustración 9: Sistema de vías concesionadas a KCSM .....	18
Ilustración 10: Sistema de vías concesionado a Ferromex .....	20
Ilustración 11: Sistema de vías concesionadas a Ferrosur .....	21
Ilustración 12: sistema concesionado a FTVM.....	21
Ilustración 13: Sistema de vías concesionado a LFCD .....	22
Ilustración 14: Esquema de Planeación Integral del Sector .....	27
Ilustración 15: Infraestructura ferroviaria proyectada para el 2012 .....	29
Ilustración 16: Etapas de los pensamientos científico y sistémico .....	33
Ilustración 17: Características de los pensamientos científico y sistémico .....	33
Ilustración 18: Enfoques de planeación según Bishop.....	35
Ilustración 19: Metodología de la Planeación Integral .....	37
Ilustración 20: Adaptación de esquema de Gelman y Negroe.....	39
Ilustración 21: Concepción del proceso de planeación en un Sistema Conducente .....	40
Ilustración 22: Estructura del proceso de planeación y su subsistema de control .....	41
Ilustración 23: Desagregación del proceso de evaluación ex – ante del sistema de decisiones planeadas .....	43
Ilustración 24: Valor Presente Neto y Tasa Interna de Retorno .....	58
Ilustración 25: Tipos de criterios generalizados.....	62
Ilustración 26: Proceso del PROMETHEE II; Behzadian et al. ....	63
Ilustración 27: Vías Generales de Comunicación que convergen en Monterrey.....	64
Ilustración 28: Primer acercamiento sistémico de la Situación Actual del Caso.....	67
Ilustración 29: Segundo acercamiento sistémico, Estructura Funcional del Servicio de Transporte Ferroviario de Carga y su interacción dentro del sistema económico relevante .....	70
Ilustración 30: Definición de Zona de Acceso de Monterrey (ZAM) .....	72
Ilustración 31: Configuración de vías de KCSM y FXE en Monterrey y propuesta del proyecto del Libramiento .....	73
Ilustración 32: Enfoque sistémico del tráfico ferroviario en Monterrey .....	74
Ilustración 33: División Monterrey - Ferromex.....	75
Ilustración 34: Enfoque sistémico considerando la construcción del Libramiento .....	76

## RELACIÓN DE TABLAS

---

Tabla 1: Objetivos del Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes relativos al sistema ferroviario.....	26
Tabla 2: Agenda estratégica del Subsector Transporte – Sistema Ferroviario Nacional .....	27
Tabla 3: Tabla de tasas aplicables a los créditos del Banco Mundial .....	50
Tabla 4: Estrategia de Infraestructura para la Competitividad y el Bienestar Social .....	51
Tabla 5: Tasas de interés cuatrimestrales requeridas por el BID.....	51
Tabla 6: Tasas de interés para los créditos otorgados por NAFINSA .....	54
Tabla 7: El Libramiento Monterrey dentro de los proyectos considerados para el cumplimiento del objetivo 3.2.1, estrategia 1, primera línea de acción del Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes. ....	65
Tabla 8: Descripción de Diseño de trenes relevantes .....	76
Tabla 9: Beneficios por ahorro de combustible y reducción de demoras .....	77
Tabla 10: Tasas de interés de costo de capital.....	79
Tabla 11: Cálculo de montos y tasas de las alternativas de financiamiento.....	80
Tabla 12: Indicadores financieros de las alternativas .....	80
Tabla 13: Tabla de criterios y ponderaciones para el método PROMETHEE .....	82
Tabla 14: Valor de los criterios para cada alternativa.....	82
Tabla 15: Matriz de clasificación de preferencia.....	83
Tabla 16: Clasificaciones de preferencia parcial y total .....	83