



COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



ARTF
AGENCIA REGULADORA
DEL TRANSPORTE
FERROVIARIO

MODELO PARA EL CÁLCULO DE LAS AFECTACIONES ECONÓMICAS POR BLOQUEOS A LAS VÍAS FÉRREAS EN MÉXICO

Avenida de los Insurgentes Sur 1089, Colonia Noche Buena, C.P. 03720, Alcaldía Benito Juárez, CDMX.
T: 01 (55) 5723 9300 www.gob.mx/artf



2022 Ricardo
Flores
Año de
Magón
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA



COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



ARTF
AGENCIA REGULADORA
DEL TRANSPORTE
FERROVIARIO

AGRADECIMIENTOS

Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario

Mtro. Evaristo Iván Ángeles Zermeño
Titular de la Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario

Elaborado por:

Dr. César Rivera Trujillo
Director de Regulación Económica

Mtra. Edith Paniagua Hernández
Subdirectora de Análisis Económico

Citación Recomendada del documento:

Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario (2022). Dirección General de Regulación Ferroviaria, *Modelo para el cálculo de las afectaciones económicas por bloqueos a las vías férreas del Sistema Ferroviario Mexicano 2022*. Ciudad de México, México.

Avenida de los Insurgentes Sur 1089, Colonia Noche Buena, C.P. 03720, Alcaldía Benito Juárez, CDMX.
T: 01 (55) 5723 9300 www.gob.mx/artf



2022 Ricardo
Flores
Año de
Magón
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA



ANTECEDENTES

La Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario (ARTF o Agencia), en ejercicio de su atribución para realizar estudios e investigaciones en materia ferroviaria, y emitir resoluciones, lineamientos y disposiciones de observancia obligatoria para los concesionarios, asignatarios, permisionarios y usuarios de los servicios ferroviarios; reconocida en la fracción XVI del artículo 6 Bis de la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario (LRSF) y de conformidad con las establecidas en su Decreto de Creación como un órgano desconcentrado de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Este documento representa una parte fundamental de las acciones implementadas por la ARTF, desde su creación, para promover el uso de la red ferroviaria, la prestación del servicio público de transporte ferroviario y el desarrollo de cadenas logísticas que eleven la competitividad del sistema ferroviario en el país y su vinculación con el extranjero.

Con base en el párrafo 1 LRSF; el servicio ferroviario es una actividad económica prioritaria y corresponde al Estado ser rector de su desarrollo. En este sentido, el transporte ferroviario de carga es considerado como actividad esencial debido a que está directamente relacionada con el abasto y la distribución de materias primas, insumos y productos en la mayoría de los sectores de la actividad económica del país, por lo que un bloqueo a las vías férreas produce un efecto en cadena que repercute a toda la sociedad en su conjunto. Por lo que, una interrupción de las vías férreas o cualquier otra perturbación operativa que bloquee el libre paso del tren por uno o varios días, trae como consecuencia una serie de afectaciones, tanto a las empresas ferroviarias como a las cadenas de suministro y logísticas de las distintas industrias en el país, reflejándose en pérdidas económicas millonarias. Asimismo, también se producen afectaciones sociales indirectas como pérdidas de empleos, desabasto e incremento de los precios de los bienes terminados para los consumidores finales. Es importante mencionar también los daños ambientales que se generan derivados de los bloqueos a las vías férreas cuando hay cambios de ruta y de modo de transporte alternos al del ferrocarril.

Por lo anterior, la Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario (ARTF) desarrolló el presente modelo económico que permite estimar de manera más precisa y confiable el costo de tener bloqueada las líneas férreas del Sistema Ferroviario Nacional.

Este documento presenta el “*Modelo para el Cálculo de las Afectaciones Económicas por Bloqueos a Las Vías Férreas del Sistema Ferroviario Mexicano*”, así como la estimación del costo económico de las afectaciones derivadas del bloqueo ocurrido en el Estado de Michoacán de julio a octubre del 2021. Es importante mencionar que la ARTF realiza esta estimación económica con base en la información estadística y económica que proporcionan los diferentes Concesionarios y Asignatarios que integran el SFM en el cumplimiento de los requerimientos de información y documentos que elabora la ARTF.



TRANSPORTE DE CARGA POR EL SFM

Actualmente, los concesionarios y asignatarios que brindan el servicio de transporte de carga en el SFM son: Kansas City Southern de México, S.A. de C.V. (KCSM), Ferrocarril Mexicano, S. A. de C. V. (Ferromex), Ferrosur, S. A. de C. V. (Ferrosur), Ferrocarril y Terminal del Valle de México (Ferrovialle), Línea Coahuila Durango, S. A. de C. V. (LCD), Ferrocarril del Istmo de Tehuantepec, S. A. de C. V. (FIT) y la Administradora de la Vía Corta Tijuana-Tecate, S. A. de C. V. (Admicarga). Adicionalmente, la empresa FONATUR Tren Maya S.A. de C.V. cuenta con una asignación mixta para la prestación del servicio público de transporte ferroviario de carga y de pasajeros; sin embargo, aún no ha iniciado operaciones. En la Figura 1 se muestra la ubicación espacial de las vías concesionadas y asignadas para el movimiento de carga en el territorio nacional.

Figura 1. Mapa del Sistema Ferroviario Mexicano.





Sin lugar a duda, el transporte ferroviario de carga es de gran importancia para el desarrollo económico del país. En 2021, el SFM movilizó aproximadamente 130 millones de toneladas con una red principal en operación de aproximadamente 16,350 km de vías, de las cuales 92.6 millones de toneladas fueron de comercio exterior (71.3%) y 37.3 millones de toneladas se movieron exclusivamente dentro del territorio nacional (37.3%).

BLOQUEOS FERROVIARIOS

Se entiende por bloqueo ferroviario a la interrupción temporal de las vías férreas que impida el flujo libre y continuo de trenes, y que, como consecuencia, genera demoras en la operación ferroviaria, afectando la salida o el arribo de los trenes a una estación o terminal de una ruta del ferrocarril.

En este sentido, la demora es la diferencia que existe entre el tiempo de flujo libre para recorrer una ruta a la velocidad máxima permitida y el tiempo de recorrido real (Lovett, A. H., Dick, C. T., & Barkan, C. P., 2015). La demora puede ser causada por numerosos eventos que incluyen: fallas mecánicas, mal funcionamiento de la infraestructura, tiempos excesivos de carga y descarga, accidentes en los pasos a nivel de carretera-ferrocarril, condiciones climáticas o sociales, entre otros.

Según sea la naturaleza de la causa; la demora se puede dividir en dos categorías generales: programada y no programada. Las primeras se experimentan durante la operación en condiciones normales y pueden ser por cambios de tripulación, mantenimiento programado, intercambios de equipo ferroviario o derechos de paso. Por otra parte, las demoras no programadas o imprevistas son aquellas que no se esperan que ocurran en una operación típica; en otras palabras, son de carácter estocástico. Las causas de este tipo de demora suelen ser siniestros, accidentes, fenómenos y desastres naturales y las restricciones de paso por causas civiles (ej. manifestaciones).

Los costos económicos asociados a los trenes que experimentan demoras derivadas de un bloqueo a las vías afectan a distintas partes interesadas y de diversas formas, las cuales en gran medida son exclusivas de cada afectado. Bajo esta condición, los resultados de la aplicación del presente modelo dependerán de la línea ferroviaria, las características particulares de la operación y la duración del bloqueo.





BLOQUEOS EN EL SISTEMA FERROVIARIO MÉXICANO

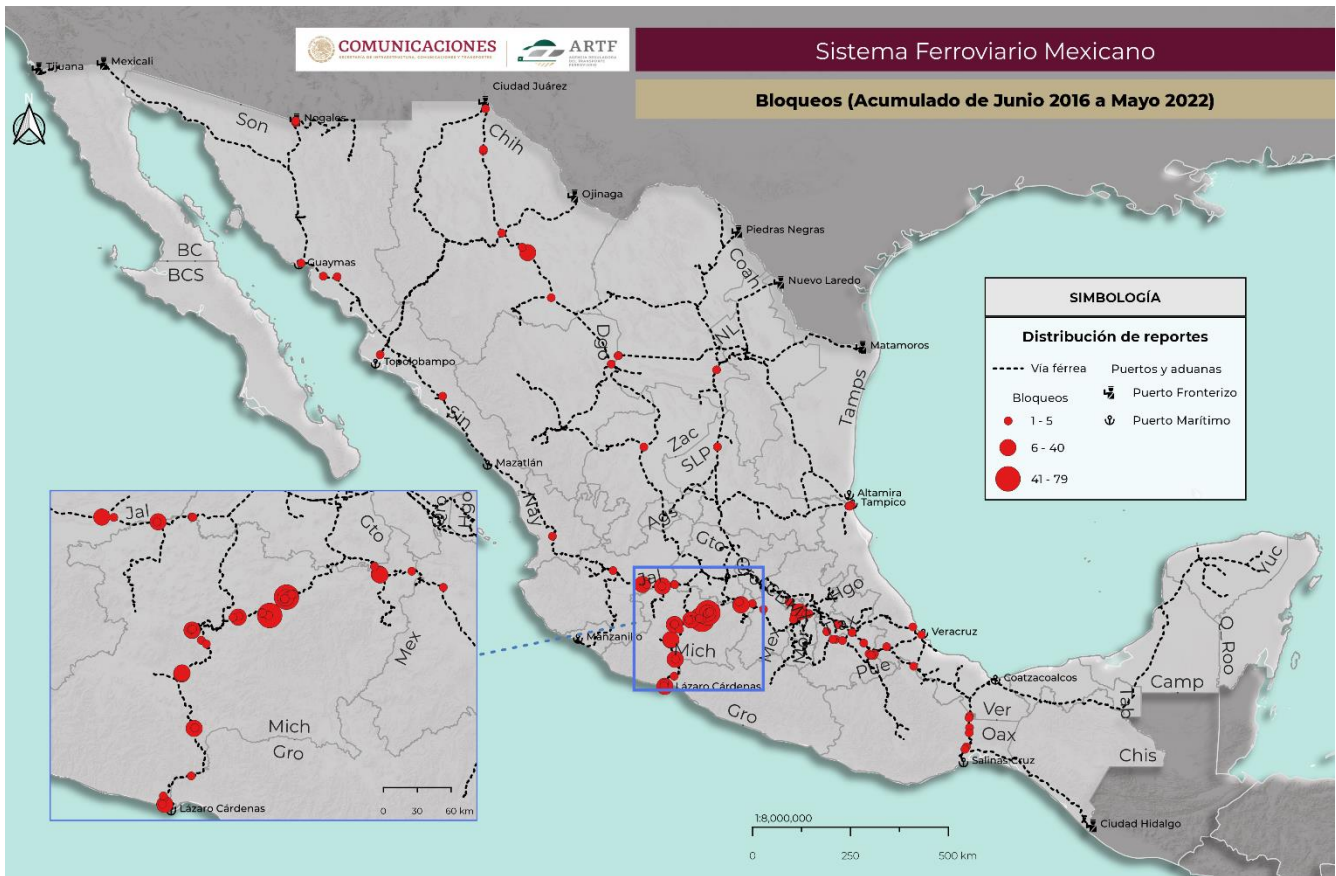
A continuación, se presenta por Entidad Federativa, la ocurrencia de bloqueos a las líneas ferroviarias en el periodo 2016 al 2021:

TABLA 1: DISTRIBUCIÓN DE BLOQUEOS POR ENTIDAD FEDERATIVA

Entidad Federativa	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Chihuahua	0	0	2	2	8	4
Coahuila	0	0	0	1	0	1
Durango	0	0	0	0	0	1
Guanajuato	0	0	0	1	0	0
Hidalgo	0	0	0	0	2	0
Jalisco	0	0	1	9	0	1
México	0	1	0	2	3	5
Michoacán	75	42	79	39	81	27
Oaxaca	0	0	0	0	0	9
Puebla	0	0	2	1	1	3
San Luis Potosí	0	0	0	0	0	1
Sinaloa	0	0	0	0	1	1
Sonora	0	0	0	7	6	1
Tamaulipas	0	0	0	0	2	0
Tlaxcala	0	0	0	0	0	1
Veracruz de I	0	0	0	1	4	1
Zacatecas	0	0	0	1	0	0
TOTAL	75	43	84	64	108	56

De la tabla se observa que la mayoría de los bloqueos han ocurrido en el Estado de Michoacán. De hecho, en el periodo 2016 al 2021, el 80% de los bloqueos ocurrieron en esta Entidad, afectando el corredor ferroviario que conecta al Puerto de Lázaro Cárdenas. Si consideramos a Chihuahua, Sonora, Estado de México y Jalisco, en total, en dicho periodo cinco entidades concentran el 92% de los bloqueos ferroviarios.

El siguiente mapa muestra la distribución geográfica, así como la frecuencia de los bloqueos ferroviarios en el periodo junio 2016 a mayo de 2022 en todo el SFM.



Como se puede observar en el mapa, la distribución de los bloqueos se concentró en el corredor ferroviario que conecta al puerto de Lázaro Cárdenas.

El siguiente cuadro muestra la estadística de los bloqueos a las líneas ferroviarias en términos de las horas de vía bloqueada por Entidad Federativa, en el periodo 2016 al 2021:





TOTAL, DE HORAS DE VÍA BLOQUEADA POR ENTIDAD FEDERATIVA

Entidad Federativa	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Chihuahua	0	0	347	31	1,870	162
Coahuila de Zaragoza	0	0	0	3	0	4
Durango	0	0	0	0	0	8
Guanajuato	0	0	0	452	0	0
Hidalgo	0	0	0	0	39	0
Jalisco	0	0	2	492	0	0
México	0	1	0	4	49	169
Michoacán de Ocampo	1,178	309	1,819	2,498	4,066	1,705
Oaxaca	0	0	0	0	0	1,031
Puebla	0	0	9	0	288	12
San Luis Potosí	0	0	0	0	0	0
Sinaloa	0	0	0	0	2	1
Sonora	0	0	0	150	547	7
Tamaulipas	0	0	0	0	5	0
Tlaxcala	0	0	0	0	0	8
Veracruz de Ignacio de la Llave	0	0	0	21	37	5
Zacatecas	0	0	0	77	0	0
TOTAL	1,178	310	2,178	3,728	6,904	3,112

Fuente: Elaboración ARTF

De igual forma, de la tabla anterior se observa que la mayoría de las horas de vía bloqueada han ocurrido en el Estado de Michoacán. En el periodo 2016 al 2021, el 66.5% de las horas de vía bloqueada ocurrieron en esta Entidad Si consideramos a Chihuahua, Oaxaca y Sonora, en total, en dicho periodo cuatro entidades concentran el 90% de las horas de vía bloqueada.

De lo anterior, se destaca el año 2020, no sólo por la cantidad de bloqueos ferroviarios sino por la duración de los mismos, al presentarse 108 bloqueos con una duración total de 6,904 horas. En particular, en dicho año, ocurrió uno de los bloqueos con mayor afectación en la historia moderna, el cual se presentó en el Distrito Ferroviario de Caltzotzin, en el Municipio de Uruapan Michoacán, con una duración de 91 días, afectando de manera significativa la conectividad ferroviaria con el Puerto de Lázaro Cárdenas.

La estadística presentada muestra que la problemática de los bloqueos ferroviarios está lejos de solucionarse, de ahí la importancia de conocer el impacto, desde el punto de vista económico, de dichos bloqueos que ocurren en el SFM. Lo anterior, a fin de concientizar, atender el problema y evitar en la medida de lo posible los bloqueos a las vías férreas.





EL MODELO

En general, el modelo y enfoque propuesto considera las afectaciones o impactos económicos de los bloqueos ferroviarios a tres grupos: Concesionarios o asignatarios (empresas ferroviarias), Usuarios del Servicio Público de Transporte Ferroviario de carga y a la Sociedad o Público en general. Por lo anterior, el modelo que se empleará para calcular dichas afectaciones económicas será el siguiente:

$$C_B = C_{FC} + C_U + C_{Soc}$$

Donde:

C_B = Costos económicos totales por día de bloqueo

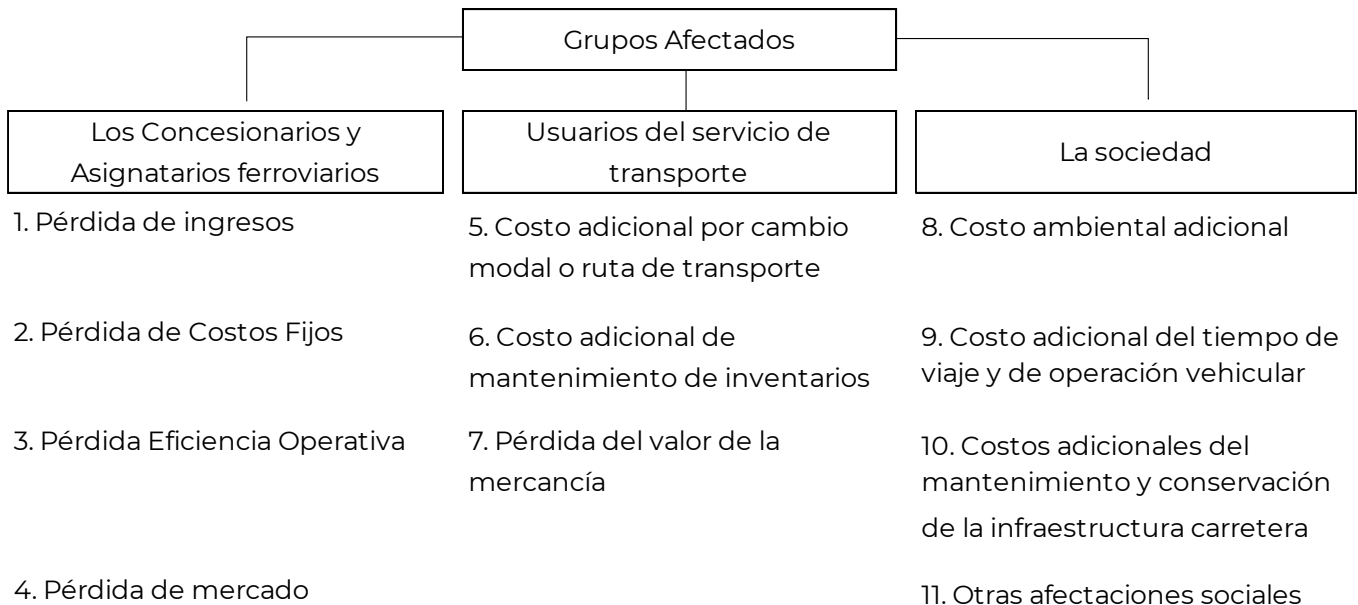
C_{FC} = Costos económicos de los Concesionarios o Asignatarios de la ruta o tramo ferroviario

C_U = Costos económicos de los Usuarios

C_{Soc} = Costos económicos de la Sociedad

Asimismo, dentro de cada grupo se consideran diversas categorías de costos, las cuales se muestran en la siguiente figura:

COSTOS ECONÓMICOS POR BLOQUEOS A LAS VÍAS FÉRREAS





En esta sección, se describen las categorías de costos, así como su cuantificación para cada grupo afectado por los bloqueos ferroviarios:

Costos económicos de los Concesionarios o Asignatarios de la ruta o tramos ferroviario (C_{FC}):

1. **Pérdida de ingresos:** este concepto considera que, debido al bloqueo ferroviario, no se lleva a cabo el servicio público de transporte ferroviario de carga y por lo tanto no se generan los ingresos derivados del servicio. Este valor se obtiene del importe reportado en las facturas emitidas por el concesionario o asignatario en un periodo determinado en la ruta ferroviaria afectada.
2. **Costos fijos del Ferrocarril:** los costos fijos se generan a pesar de no llevarse a cabo el servicio público de transporte ferroviario de carga. De acuerdo con la Asociación Mexicana de Ferrocarriles (AMF), este costo representa el aproximadamente el 60% de los costos totales.
3. **Pérdida de eficiencia operativa:** cualquier retraso irregular que impida el libre paso del ferrocarril para recorrer la ruta en el tiempo de ejecución establecido genera costos adicionales en tripulación, costo de oportunidad y renta del equipo ferroviario tanto tractivo como de arrastre y reprogramación de trenes, lo cual se traduce en pérdidas económicas atribuibles a la reducción de la eficiencia operativa. De acuerdo con la AMF, este costo representa aproximadamente el 15% de los costos totales.
4. **Pérdida de mercado:** Cuando un bloqueo ferroviario es recurrente, se genera una pérdida de mercado derivada de la falta de confiabilidad de la ruta ferroviaria afectada, en la cual algunos de los usuarios del servicio de transporte ferroviario preferirán otro modo de transporte más confiable. Lo anterior se traduce en pérdida de ingresos derivados de la reducción de la demanda del servicio.

Costos económicos de los Usuarios del Servicio Público de Transporte Ferroviario de Carga (C_U)

5. **Costo adicional por cambio modal:** se incurre en este costo cuando los retrasos impiden que la carga se mueva por ferrocarril y el embarque se traslada a otro modo de transporte, generalmente el autotransporte. Este valor se obtiene con el diferencial de la tarifa de flete del modo de transporte



alternativo respecto del ferrocarril tomando como referencia la ruta de afectación.

6. **Costo adicional de mantenimiento del inventario:** como consecuencia de la variabilidad e incertidumbre de las fechas de llegada y salida de las mercancías, el usuario debe mantener un mínimo de inventario. Típicamente, este costo tiene un valor equivalente al 25% del valor total de las mercancías (Stock & Lambert 2001). Los costos de mantenimiento de inventarios se encuentran entre los principales retos de gestión que enfrentan las empresas, los cuales surgen de mantener los productos en un almacén esperando ser distribuidos.
7. **Pérdida del valor de la mercancía:** una demora en el tiempo de arribo de las mercancías al destino final reduce la vida útil de las mercancías, esto porque aplaza la disponibilidad de los bienes para el consumidor final, acortado de esta manera la vida útil de los productos, por lo que este costo depende de las características de las mercancías transportadas. Lovett, A. H., Dick, C. T., & Barkan, C. P. proporcionan algunos valores recomendables para calcular la pérdida del valor de la mercancía, asumiendo que valor de las mercancías se aproxima al 25% del valor de los costos del transporte, estos son: 15% para productos perecederos, 5% para productos a granel y 10% para el resto de los productos, con respecto del valor de las mercancías,

Costos económicos de la Sociedad (C_{Soc})

8. **Costo ambiental adicional:** cuando los trenes no pueden circular debido a un bloqueo en las vías y en su lugar la carga se transfiere al autotransporte, se producen emisiones contaminantes adicionales como resultado del cambio modal. La AAR (Association of American Railroads) estima que transportar carga por ferrocarril en lugar de utilizar el autotransporte reduce las emisiones de gas invernadero hasta en un 75%.
9. **Costo adicional del tiempo de viaje y operación vehicular:** Debido al cambio modal del ferrocarril al autotransporte, se generará una mayor congestión en las carreteras y autopistas, que se traduce en el incremento del tiempo de los usuarios en las carreteras y una mayor probabilidad de accidentes carreteros. Lo anterior, dependerá de las características y magnitud del tráfico vehicular de la ruta carretera alterna a la ruta ferroviaria.



10. **Costo adicional en el mantenimiento y conservación de la infraestructura:**
Una mayor cantidad de camiones pesados circulando sobre la ruta carretera alterna producirá mayor daño a la infraestructura carretera, incrementándose así los costos de mantenimiento y conservación.

11. **Otras afectaciones sociales.** Debido a que no hay un flujo normal de mercancías por ferrocarril, se puede registrar el desabasto de productos esenciales para la población, como pueden ser insumos para las plantas de energía (combustóleo), insumos esenciales para hospitales, etc. Cabe señalar que los productos que se mueven por ferrocarril son productos industriales, agrícolas, minerales y energéticos principalmente. Derivado de lo anterior se genera un incremento generalizado de los precios, causando una mayor inflación. Asimismo, las dificultades operativas generan que las empresas no logren mantener la misma cantidad de puestos laborales y salarios de los trabajadores lo cual se traduce en mayor desempleo, afectando de manera directa a las familias.





APLICACIÓN DEL MODELO PARA EL CÁLCULO DE LAS AFECTACIONES ECONÓMICAS DEL BLOQUEO FERROVIARIO A LA LÍNEA “N”, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.

El costo económico de los bloqueos a las vías ferroviarias dependerá de manera directa de las características particulares de la operación de la línea ferroviaria en la cual se presenta la interrupción del tráfico de trenes, es decir, de la cantidad de trenes detenidos, las toneladas y tipo de carga afectada, distancia de la ruta, etc.), así como de la duración del bloqueo.

En este apartado, se presenta una aplicación del modelo y la estimación del costo económico de las afectaciones derivadas del bloqueo al paso del ferrocarril en la ruta que conecta al puerto de Lázaro Cárdenas, en el Estado de Michoacán. Asimismo, se identifican y calculan los componentes de costo aplicables a cada uno de los grupos afectados. Es importante señalar que, el modelo desarrollado por la Agencia se sustenta en el modelo generado por la Asociación Mexicana de Ferrocarriles (AMF), en la metodología propuesta por investigadores del Rail Transportation and Engineering Center (RailTEC) de Estados Unidos y de la información contenida de las bases de datos de facturas emitidas, en este caso, por el concesionario Kansas City Southern de México (KCSM).

En este sentido, como punto de partida para el cálculo, se realizó la caracterización específica del tipo de operación en la ruta bloqueada, es decir, la ruta que tiene como punto de origen o destino la zona del puerto de Lázaro Cárdenas, en el Estado de Michoacán. En este caso, la Línea o ruta ferroviaria bloqueada es la N, la cual se utiliza principalmente para el movimiento intermodal, es decir de contenedores. Del total de carros ferroviarios analizados en el 2019, el 74% se utilizaron para transportar contenedores (plataformas), seguido de un 11% para mover acero, fierro y derivados de la industria siderúrgica. Por lo tanto, estos dos tipos de carga representaron el 85% del total transportado por ferrocarril en dicha Línea.

Asimismo, destaca por su importancia en el corredor ferroviario la Estación El Cayacal, la cual se encuentra circunscrita al área del puerto y es el punto de partida y destino de vehículos automotores armados con un 12%.

Por lo anterior, los principales usuarios del Servicio Público de Transporte Ferroviario de Carga (SPTFC) son empresas navieras, de transporte y logística, del sector siderúrgico y de la industria automotriz, las cuales transportan carga contenerizada, productos de fierro y acero, así como vehículos automotores armados. Dichos productos son utilizados para los cálculos que involucran los costos económicos por el cambio modal.

La línea afectada es operada por el concesionario Kansas City Southern de México (KCSM), la cual debido al bloqueo pierde ingresos, costos fijos y costos asociados a la pérdida de eficiencia operativa. En general, para el 2019 en toda la red de KCSM se transportaron productos industriales (55.1%), Agrícolas (17.6%) y Petróleo y sus derivados (16.6%).

A continuación, se presentan los costos económicos calculados por grupo de afectación y categoría de costos, así como la estimación económica total por los bloqueos a las vías férreas de la línea N.



Costos económicos de KCSM, concesionario de la ruta afectada por el bloqueo:

1. **Pérdida de ingresos;** este concepto considera que no se lleva a cabo el servicio público de transporte ferroviario de carga y por lo tanto no se generan los ingresos derivados del servicio. Este dato se obtiene del importe total reportado en las facturas emitidas por el concesionario durante el periodo del bloqueo.
2. **Costos fijos del Ferrocarril,** este criterio parte del supuesto, propuesto por la AMF, que considera que aproximadamente el 60% de los costos totales del ferrocarril son fijos. Este porcentaje es una cuota que se genera a pesar de no llevarse a cabo el servicio de transporte de las mercancías. Este costo se obtiene de la multiplicación del costo total por tonelada-kilometro (ton-km) por el total de ton-km generadas por día por 0.6.
3. **Pérdida de eficiencia operativa,** al respecto, la AMF propone cuantificar esta pérdida con el 15% de los costos totales derivado de los retrasos y complicaciones operativas que genera cualquier retraso irregular que impida el flujo libre para recorrer la ruta a la velocidad planeada y el tiempo de ejecución establecido. Este costo se obtiene de la multiplicación del costo por ton-Km por el total de ton-Km generadas por día por 0.15. La tabla siguiente muestra los costos económicos incurridos por el concesionario derivado del bloqueo a las vías férreas:
4. **Pérdida de mercado:** En el ejemplo de aplicación del modelo no se contó con información para el cálculo de este concepto.

Cuadro 1. Categorías y valores de costos económicos de KCSM

Categoría	Costo	Costo por día (MXN)
1. Pérdida de ingresos	Promedio diario del ingreso facturado	\$9,648,133
2. Costos directos del FFCC	60%	\$2,556,702
3. Pérdida de eficiencia operativa	15%	\$639,175
	Total	\$12,844,011



Costos de los usuarios del servicio de transporte.

Respecto al segundo grupo afectado, se contemplan tres principales afectaciones (Lovett, A. H., Dick, C. T., & Barkan, 2015):

5. **Costo adicional por cambio modal;** se refiere al costo que incurren los usuarios del servicio de transporte cuando los retrasos impiden que la carga se mueva por ferrocarril y el embarque se traslada a otro modo de transporte, generalmente el autotransporte. Esta afectación se calcula con el diferencial de la tarifa de flete del autotransporte respecto del ferrocarril en pesos por toneladas-kilometro, tomando como referencia la ruta Lázaro Cárdenas (LC)-Pantaco. Debido a la disponibilidad de los datos solo se consideró la afectación en el movimiento de contenedores, que como se señaló anteriormente, representaron el 74% del total de carros ferroviarios en 2019.
6. **Costo adicional de mantenimiento del inventario;** este concepto contempla que el usuario debe sostener un mínimo de existencias (inventario) como consecuencia de la variabilidad de las fechas de entrega y de llegada de las mercancías o incluso por el retraso absoluto de las mismas. Para el cálculo de este concepto se parte de la premisa que los costos de mantenimiento de los inventarios generalmente se aproximan al 25% del valor de la mercancía, y que los costos de transporte de las mercancías equivalen aproximadamente al 25% de su valor.
7. **Costo adicional por pérdida del valor de la mercancía;** este criterio resulta de la idea en la cual una demora en el tiempo de arribo de las mercancías al destino final reduce la vida útil de las mercancías, esto porque aplaza la disponibilidad de los bienes para el consumidor final. Los diferentes tipos de productos tienen distintos tiempos de vida útil y, por tanto, diferentes tipos de descuento, por ejemplo, los bienes perecederos tienen una vida útil menor que los bienes duraderos o tecnológicos en los que el tiempo de obsolescencia es más largo. Dado que en la ruta de interés no hay transportación de productos perecederos, el cálculo de este costo adicional considera una tasa del 10% generalizable a todos los embarques.



Cuadro 1. Categorías y valores de afectaciones a los usuarios.

Categoría	Costo	Costo por día (MXN)
5. Costo adicional por cambio modal	Diferencial de la tarifa de flete del autotransporte vs ferrocarril	\$12,615,931
6. Costo adicional de mantenimiento de inventarios	25% del valor de las mercancías	\$9,648,133
7. Costo adicional por pérdida del valor de la mercancía	10% del valor de las mercancías	\$3,859,253
	Total	\$26,123,317

La sociedad.

Este criterio considera como afectación a la sociedad el costo ambiental adicional que se genera como consecuencia del cambio modal del ferrocarril al autotransporte.

8. **Costo ambiental adicional**, de acuerdo con la American Association of Railroads (AAR) transportar carga por ferrocarril en lugar del autotransporte reduce las emisiones de gas invernadero hasta en un 75%. Asimismo, el departamento de transporte de los Estados Unidos (USDOT) estima que el costo de las emisiones de una locomotora es de US \$303.79 dólares por hora de operación. Para calcular el costo de la afectación ambiental, se utilizó la distancia promedio recorrida de los movimientos que tuvieron como origen o destino el puerto de Lázaro Cárdenas y una velocidad promedio de 50 km/hr.

9. **Costo adicional del tiempo de viaje y de operación vehicular**. Este costo se calcula considerando el tráfico adicional de camiones de carga que se requieren para sustituir la carga ferroviaria que no puede ser transportada debido al bloqueo. Lo anterior, origina mayor congestión en la ruta carretera que sustituye la ruta ferroviaria provocando menores velocidades, es decir, mayores tiempos de recorrido, así como, mayores costos de operación vehicular de los usuarios ya utilizan dicha ruta carretera.





Cuadro 3. Valor de la afectación a la sociedad

Categoría	Costo	Costo por día (MXN)
7. Costo ambiental adicional	Distancia promedio recorrida de los movimientos que tuvieron como Origen o Destino Lázaro Cárdenas y el costo de las emisiones de una locomotora es de US \$303.79 dólares por hora de operación	\$9,648,133
8. Costo adicional del tiempo de viaje y de operación vehicular		\$16,311,298
	Total	\$26,154,094

Resultados y discusión

El bloqueo a las vías en el corredor ferroviario de Michoacán provoca pérdidas económicas por aproximadamente \$30.4 millones pesos diarios. La siguiente tabla sintetiza los costos adicionales de los grupos afectados:

Cuadro 4. Costo total de afectación por día del bloqueo ferroviario

Categoría	Costo por día (MXN)	Subtotal (MXN)
1. Pérdida de ingresos	\$9,648,133	
2. Costos directos del FFCC	\$2,556,702	
3. Pérdida de eficiencia operativa	\$639,175	
4. Pérdida de mercado*	SIN CUANTIFICAR	
Subtotal, Afectaciones a las Empresas Ferroviarias		\$12,844,011
5. Costo adicional por cambio modal	\$12,615,931	
6. Costo adicional de mantenimiento de inventarios	\$9,648,133	
7. Costo adicional por pérdida del valor de la mercancía	\$3,859,253	
Subtotal, Afectaciones a los Usuarios		\$26,123,317
8. Costo ambiental adicional	\$9,842,796	
9. Costo adicional del tiempo de viaje y de operación vehicular	\$16,311,298	
10. Costos adicionales en el mantenimiento y conservación de la infraestructura*	SIN CUANTIFICAR	
11. Otras afectaciones sociales*	SIN CUANTIFICAR	
Subtotal, Afectaciones a la Sociedad		\$26,154,094
Costo total, por día de bloqueo		\$65,121,422
Costo total por mes de bloqueo		\$2,018,764,082
Costo total, acumulado a 91 días de bloqueo		\$5,926,049,403



CONCLUSIONES:

El bloqueo de la Línea N del corredor ferroviario de Michoacán provoca pérdidas económicas de al menos \$65 millones de pesos por día. El total acumulado por 91 días de bloqueo es de aproximadamente \$6,000 millones de pesos.

El modelo captura los costos económicos más importantes que se generan cuando hay obstrucción o interrupción de las vías férreas u otra perturbación operativa. Es importante señalar que el costo de los bloqueos dependerá de la línea ferroviaria y de las características particulares de la operación y la duración del bloqueo.

Finalmente, los resultados obtenidos son conservadores debido a que no se consideran algunos costos por falta de información como son, los costos derivados del incremento de accidentes viales, los costos adicionales en el mantenimiento y conservación de la infraestructura carretera por cambio modal, no incluye las mercancías distintas a la carga contenerizada, productos de acero y fierro y automóviles, tampoco se incluyen cuantificaciones de otras afectaciones sociales como son desempleo, desabasto e incremento de los precios de los productos finales a los consumidores.

REFERENCIAS:

- Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario (2020). Dirección de Estadística Ferroviaria. Anuario Estadístico Ferroviario 2019. Ciudad de México.
- Association of American Railroads (2021), Freight Rail & Preserving the Environment, Newsletter, April 2021
- Asociación Mexicana de Ferrocarriles (AMF), Modelo de cálculo económico de bloqueos ferroviarios, archivo de trabajo.
- Base de datos de facturación de los servicios de flete de KCSM de 2019 proporcionada a la ARTF
- Lovett, A. H., Dick, C. T., & Barkan, C. P. (2015). Determining freight train delay costs on railroad lines in North America. Proceedings of RailTokyo, 2015.
- Modelo de evaluación económica de la Dirección General de Desarrollo Carretero SCT 2021.