



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



Proyecto final: Ferrocarril de la ciudad de San Luis Potosí

Alumno: Gerardo Isaac Orozco Aguirre

Profesor: DR. Jaime De Jesus Paredes Camacho

Asignatura: Ferrocarriles

Semestre: 2022-2



Índice

Título	Página
Introducción - - - - -	2
Historia del ferrocarril en San Luis Potosí - - - - -	2
Interacción con los puertos Lázaro Cárdenas, Veracruz, y Tampico- - - - -	8
Logística y cadena de suministro- - - - -	13
Estructuración del ferrocarril- - - - -	20
Ingeniería de tránsito en el ferrocarril - - - - -	37
Suministro de combustible y electricidad- - - - -	42
Proyectos a futuro- - - - -	44
Conclusiones- - - - -	44
Referencias- - - - -	45

Introducción

El transporte de carga es un medio para el flujo de mercancías, es un sistema omnipresente ya que se encuentra presente en toda la sociedad. Su importancia es tal que se ve reflejado en los suministros de productos y a la vez los sistemas de transporte de carga pueden fijar el precio del producto. Para los sistemas de transporte de carga resulta más óptimo el sistema ferroviario ya que presentan mejores resultados en la eficiencia energética, es por eso que desarrolló el proyecto del tren en San Luis Potosí.

San Luis Potosí es un punto estratégico para el transporte de carga ya que se encuentra conectado por el ferrocarril con los puertos de Lazara Cardenas, Veracruz y Tampico. A su vez San Luis Potosí exporta e importa carga a Norteamérica. Es por eso que en el presente proyecto se desarrollan los puntos del índice para entender mejor la situación del ferrocarril en San Luis Potosí.

San Luis Potosí es una ciudad, cabecera municipal del municipio mexicano del mismo nombre, capital y ciudad más poblada del estado de San Luis Potosí. La ciudad se encuentra en la zona centro sur del estado, sede de los poderes ejecutivo, legislativo y judicial del estado. Cuenta con una altitud media sobre el nivel del mar de 1860 msnm.

Historia del ferrocarril en San Luis Potosí

La revolución del transporte que supuso la llegada del ferrocarril significó, para los distintos gobiernos del siglo XIX, un símbolo de progreso económico y modernidad. En Veracruz, el ferrocarril influyó de manera positiva en la industria del azúcar, pues conectó la diversa producción de dicha región, como la de Cosamaloapan y la de los Tuxtles; aunque también se presentaron situaciones en que se aprovecharon las ventajas para producir con miras al mercado exterior, como fueron los casos de las zonas de Tlacotalpan y Alvarado.

INCREMENTO ACUMULATIVO DE VÍAS FÉRREAS EN MÉXICO (1873 – 1920)

Año	Kilómetros		Año	Kilómetros
1873	500		1900	13 400
1875	900		1905	16 800
1880	1 100		1910	19 900
1885	6 900		1915	20 500
1890	9 900		1920	20 900
1895	10 900		1993	26 480 *

Incremento acumulativo de las vías férreas en el país. Fuente: Sinopsis histórica de los ferrocarriles en México, 1967; *Cabrera Rodríguez, 2000. Tabla 1

A finales la década de los 70's del siglo XIX ya se tenía en plan una línea que conectara a la entidad potosina con Tampico, Tamaulipas, fue así que el gobierno de Carlos Díez Gutiérrez en 1878, consiguió una concesión y se conformó una empresa para realizar “el camino de hierro”, pero sólo logró avanzar hasta Soledad de Graciano Sánchez. Mientras este intento se vio diluido por la falta de recursos económicos y conocimientos técnicos, la empresa Ferrocarril Nacional Mexicano de capital estadounidense, consiguió la concesión para una línea de México a Laredo, que incluía en el trazo a San Luis Potosí.

La estación de San Luis Potosí (carga) se edificó sobre la línea troncal México-Laredo de Tamaulipas del antiguo Ferrocarril Nacional Mexicano, inaugurada en el año de 1888. La ley de 13 de septiembre de 1880, autorizó a la Compañía Constructora Nacional Mexicana para construir dos líneas de ferrocarril: una de México al Pacífico y otra de México a la frontera Norte. Al mismo tiempo concedió autorización a dicha compañía para que pudiera traspasar la concesión, con excepción de la línea del Pacífico, la cual podría traspasar solamente cuando estuviese concluida. En virtud de dicha autorización se constituyó la Compañía del Ferrocarril Nacional Mexicano con el fin de que atendiera a la explotación de las vías construidas con la excepción indicada, y rigiéndose por las estipulaciones contenidas en la expresada ley.

La llegada del ferrocarril a suelo potosino puede considerarse como un hito dentro de la historia de la ciudad, fue el parteaguas que la sociedad necesitaba para la realización de las políticas del momento que eran: orden y progreso; estos avances que se llevaron a cabo para alcanzar la modernidad, venían directamente desde la

capital del país. Estos avances iban a tener sus frutos en la capital potosina, pronto la ciudad iba a transformarse, la vida de su gente cambiaría así como su traza urbana mediante la inserción de un moderno avance tecnológico. Los Barrios del Montecillo, Tlaxcala, Santiago y San Sebastián sufrieron cambios así como ranchos, haciendas, villas y granjas. Lo interesante del proyecto del ferrocarril era que debía de ponerse en manos de las personas adecuadas, aunque estas, muchas veces estaban conformadas por grupos muy cerrados cuya relación era solamente por los intereses financieros comunes entre ellos o por lazos sanguíneos o de parentesco que pudieran tener. No siempre se conocía quienes eran los propietarios de los terrenos por donde debía pasar la vía del tren por lo que las compañías ferroviarias se vieron en la necesidad de promover diligencias de adjudicación para obtener ciertos terrenos.

Estas pretensiones de la política mexicana de ir por el camino del progreso e industrialización, permitió que empresas locales y extranjeras comenzaran a participar en la construcción de los caminos de hierro. Así, empresas como la del Gran Ferrocarril Potosino se proponían la construcción de caminos que conectaran lugares estratégicos dentro de la ciudad y fuera de ella. Se le sumaron después empresas extranjeras como el Ferrocarril Central y el Nacional que además de construir nuevos caminos, también se dedicaron a la reparación y mantenimiento de las líneas ya existentes.

Las múltiples inversiones tanto nacionales como extranjeras de diferentes empresas trajeron consigo la creación de estaciones, talleres como el de Diesel y patios de servicio cuya funcionalidad era albergar personas y mercancías para su transportación y distribución. Las estaciones fueron un nuevo y obligado modelo de construcción requerido por los planes de trabajo de las compañías constructoras del ferrocarril en México. Cada empresa tenía además la responsabilidad de poner al servicio del público varias estaciones en los puntos intermedios del itinerario comprometido. Buscaron el lugar donde el tren pudiera detenerse sin complicación para los pasajeros y las mercancías, para lo que contaban con la infraestructura base del servicio ferroviario y con una entidad arquitectónica sencilla. Este moderno concepto de edificio no sólo supuso un reto, sino que se convirtió en emblema y

representación tanto de las compañías constructoras como de las ciudades y regiones.

A su vez, el gobierno estatal traspasó la concesión a la empresa Ferrocarril Central Mexicano, también de capital estadounidense, y ésta logró ampliar la concesión para que la línea saliera de Aguascalientes hasta Tampico, fue así que finalmente San Luis Potosí se hizo de dos líneas de ferrocarril, la de Ferrocarril Nacional inaugurada en 1888, y la de Ferrocarril Central en 1890. Para ellas se construyó una estación de carga en lo que actualmente es en la avenida Universidad, en el costado sur del puente, inaugurada también en 1888, y en el costado norte se instaló la estación de pasajeros.

El arribo del ferrocarril a la ciudad de San Luis Potosí, modificó las condiciones de funcionalidad y desarrollo urbano de la capital potosina de manera definitiva. El gran patio de la estación del Nacional Mexicano y el resto de las instalaciones, ocupan por completo el extremo oriente de la ciudad, constituyendo una enorme franja o barrera que limitó, durante muchos años, el crecimiento urbano hacia esa dirección. El espacio físico que abarcaron las estaciones corría desde el río Santiago, en el extremo norte de la ciudad, hasta las inmediaciones del río Españita – en dirección suroriente –, que entonces se encontraba fuera de la mancha urbana. Con el establecimiento de las líneas férreas, la tendencia de crecimiento urbano cambió por completo; la limitante hacia el poniente, que era llamada entonces Corriente Seca (hoy calle de Reforma), resultó un obstáculo más fácil de librar que las propias vías del ferrocarril; por lo que los nuevos asentamientos humanos, se extendieron hacia el barrio de Tequisquiapam en el poniente y la Calzada de Guadalupe hacia el sur. A mediados del siglo XX, se traspasó la barrera ferrocarrilera y la ciudad logró crecer hacia el poniente; sin embargo, el resto de la mancha urbana estaba ya consolidada y en pleno crecimiento.

Desde el inicio de la actividad ferroviaria, en la ciudad de San Luis Potosí se instalaron pocos puntos para el cruce de las vías del ferrocarril, lo que originó un serio conflicto vial al adoptarse el vehículo automotor como medio de transporte

interurbano. A pesar de que para el tránsito de vehículos sobre la vía férrea, en los principales cruces fueron construidos posteriormente dos puentes sobre las avenidas Universidad y Manuel José Othón y de que recientemente se inauguró un tercero sobre la calle de Alonso, el conflicto vial persiste en la actualidad.

En mayo de 1995, el Diario Oficial de la Federación publicó la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario, señalando los medios y reglas a seguir en el proceso de concesión del servicio ferroviario mexicano, y para el 6 de diciembre de 1996 se concretó la primera concesión del sistema: el Ferrocarril del Noreste. Al término de 1998, Ferrocarriles Nacionales de México (Ferroviales) ha estimado que el gobierno federal tuvo un ahorro de 1,300 millones de pesos en ese año, y espera un ahorro similar en 1999.

Febrero de 1995

El día 27 se aprueba la reforma al Artículo 28 Constitucional, permitiendo la inversión privada en ferrocarriles y en satélites.

Mayo de 1995

El día 12, el Diario Oficial de la Federación publica la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario, indicando instrumentos y reglas para el otorgamiento de concesiones y permisos en el servicio ferroviario.

Noviembre de 1995

El día 13, el Diario Oficial de la Federación publica los Lineamientos Generales para la Apertura a la Inversión en el Sistema Ferroviario Mexicano.

Septiembre de 1996

El día 30, el Diario Oficial de la Federación publica el Reglamento del Servicio Ferroviario, que regula la construcción, conservación, mantenimiento, operación y explotación de servicios ferroviarios y auxiliares.

Diciembre de 1996

El día 16, la prensa mexicana informa de la primera línea concesionada: el Ferrocarril del Noreste, con 3,960 kilómetros de vías. Gana la concesión por 50 años Transportación Marítima Mexicana, asociada con la norteamericana Kansas City Southern Industries pagando jumi,400 millones de dólares. La filial Transportación Ferroviaria Mexicana (TFM) operará la línea.

TFM inició operaciones el 26 de junio de 1997 como empresa privada. El título de concesión se otorgó originalmente a un grupo conformado por Transportación Marítima Mexicana (TMM), empresa naviera y multimodal, en conjunto con el ferrocarril estadounidense Kansas City Southern Lines (KCSR). Luego de una serie de litigios con su socio mexicano TMM que se prolongaron durante casi 2 años, el 1º de abril de 2005 el socio KCSR adquirió la totalidad de las acciones de TFM, cambiando su razón social algunos meses después a Kansas City Southern de México, SA de CV, Canadian Pacific Railway es como se denomina actualmente.

Interacción con los puertos Lázaro Cárdenas, Veracruz, y Tampico

En el siguiente mapa se puede apreciar que la ciudad de San Luis Potosí está conectada con los puertos de Lazaro Cardenas, Tampico y Veracruz



Mapa del sistema ferroviario. Imagen 1

Puerto de Lázaro Cárdenas:

Ubicado en el estado de Michoacán, dedicado a cargas comerciales. Opera el 18% del total de mercancía del SFN. Cuenta con intermodalidad tanto con el sistema carretero, como con el ferroviario. Además, tiene energía eléctrica de alta, media y baja tensión, telefonía y combustible, con los cuales puede satisfacer la demanda industrial. Cuenta con la infraestructura para recibir buques post-panamax. Por otro lado, se tiene pensado que funcione como una puerta alternativa al mercado estadounidense. Con un calado máximo de 19 m para el canal principal de acceso y un mínimo de 9.24 m en el muelle de granos parámetro interior.¹² El puerto tiene tres terminales nuevas, una de Contenedores II, de Granel Agrícola y la Especializada en Automóviles. En total se han realizado 15 proyectos de

crecimiento, lo que ha aumentado su capacidad de 27 a 47 millones de toneladas al año.

Teniendo como área de influencia 13 estados de la República Mexicana que dan cobertura a 60 millones de habitantes y llegando hasta la costa este de los Estados Unidos de América, el país con el mercado de mayor consumo en el mundo.

El puerto de Lázaro Cardenas es el puerto con más influencia que conecta a la terminal ferroviaria de San Luis Potosí. La carga que recibe San Luis Potosí del puerto es Fierro, carbón, refacciones automovilísticas, trigo, accesorios para mascotas, aceite, acetatos, aguacates, papelería, artículos deportivos, artículos decorativos, bicicletas, juguetes, entre otros.

Lázaro Cárdenas - San Luis Potosí

Tiempo de Recorrido: 38 a 50 hrs.

Kilómetros: 792 km

Operador: Kansas Southern City de México

Ventajas Competitivas

Conexión directa a terminal intermodal

Cuenta con aduana

Puerto de Veracruz:

El puerto más viejo y de mayor importancia histórica del país. Fue el primer puerto que tuvo la infraestructura para transportar automóviles, lo que lo vuelve uno de los más importantes para esta industria. El puerto de Veracruz gestiona en promedio 965 290 TEUs. Cuenta con un calado máximo de 14.44 m en una longitud de 2090.78m para el canal de navegación y un calado mínimo de 7.33 m en una longitud de 49.12 m, para el muelle de la Armada.10 Tiene una gran variedad de movimientos de carga, donde destacan los contenedores de granel agrícola, granel

mineral, carga general, fluidos y vehículos. En promedio trabaja con 1700 buques al año, con los cuales se conecta con los principales puertos europeos, estadounidenses, latinos y asiáticos a través del canal de Panamá. Se planea construir el Nuevo Puerto de Veracruz, el cual cuadruplicará la capacidad, de 24 a más de 96 millones de toneladas.

El Puerto de Veracruz inició la recepción vía ferrocarril de vehículos de exportación de la marca BMW provenientes de San Luis Potosí, en unidades de ferrocarril tipo trinivel, diseñados para transportar hasta 15 automóviles en 3 niveles, los cuales son almacenados en el “Park Garage” operado por Corporación Portuaria de Veracruz (CPV-Csi Group) y tendrán como destino Estados Unidos, lo que consolida la interacción puerto-ferrocarril, gracias a la infraestructura ferroviaria que ASIPONA Veracruz ha desarrollado en Bahía Norte.

Puerto de Tampico:

Tampico es considerado el segundo puerto de altura en importancia en el Golfo de México y a nivel nacional. Ubicado en las márgenes del río Pánuco, se desarrolló para dar servicio a las compañías instaladas en la zona, además de dar servicio a grandes empresas de todo el mundo en sus terminales públicas con 2,147 metros lineales de muelles, 6 terminales privadas y 10 patios para la construcción de plataformas marinas. Sus conexiones más importantes a nivel internacional son con República Dominicana, Japón, Rusia, Canadá, Estados Unidos, Bélgica, Australia, Alemania, Brasil, Inglaterra, Cuba, Bahamas, Panamá, Chile y Colombia. A nivel nacional, ocupó el tercer lugar en el manejo de carga general suelta y granel mineral, el quinto sitio granel agrícola y el cuarto puesto en carga contenerizada. Es una puerta importante para el comercio exterior en materia industrial, agrícola y mineral.

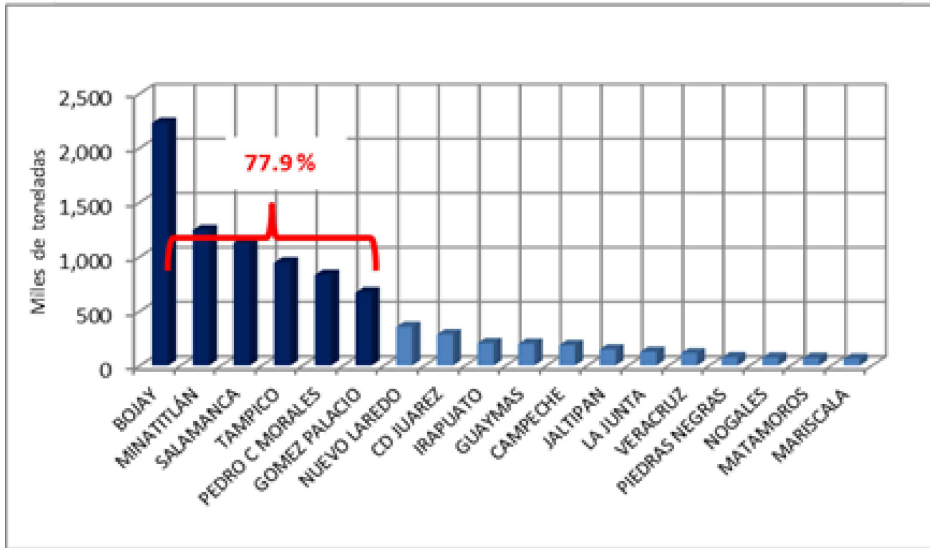
El sistema ferroviario se encuentra básicamente en terrenos de la Llanura Costera del Golfo de México. El enlace al Norte es hacia Monterrey y con el centro del país por la ruta de San Luis Potosí. Dentro de la zona portuaria, los ferrocarriles operan

una serie de derivaciones que permiten colocar los furgones a un costado de los barcos durante las maniobras de carga y descarga.

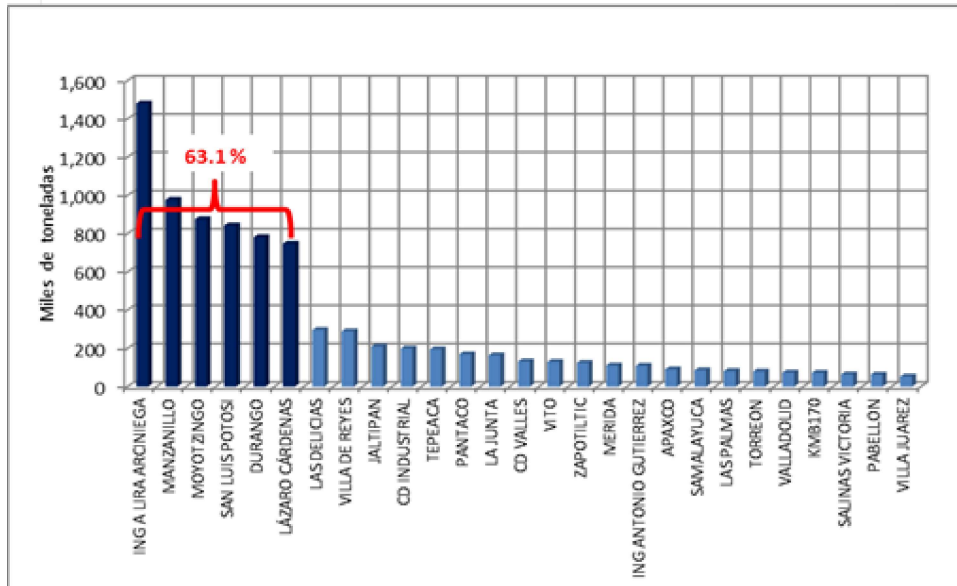
El puerto de Tampico es uno de los puertos que más actividad de la industria petrolera tiene en México. Este manda hidrocarburos al centro del país por la vía hacia SLP pero en esta ruta está la limitante de los gálbos, es decir no se puede pasar carros de 2 niveles por los túneles estrechos.



Túnel sobre la línea de Tampico-SLP. Imagen 2



Nodos emisores de hidrocarburos. Fuentes: Instituto Mexicano del Transporte. Gráfica 1



Nodos receptores de hidrocarburos. Fuentes: Instituto Mexicano del Transporte. Gráfica 2

Logística y cadena de suministro

La gestión de centros logísticos conlleva operaciones de mantenimiento de las infraestructuras ferroviarias encargadas de iniciar, complementar o concluir el transporte de mercancías. Para ello, es fundamental el aumento del ciclo de vida de los activos, la mejora de la seguridad en las vías, la minimización de los tiempos de operación y una alta especialización técnica. Es por ello que para tener una buena logística se plantea una plataforma logística.

		2017	2018	2019	2020	2021
Total Intermodal Lifts:		133,780	139,114	150,026	120,513	114,052
Finished Vehicles:	N/A					
Infrastructure:	Access from Highway 57					
Terminal Surface Area:	238 acres					
FTZ / Customs Clearance:	In Bond					
Type of Cargo:	COFC, TOFC					
Chassis pool:	Yes, KCSM sponsored chassis pool					
On-site maintenance:	Yes					
Lift Capacity:	194,400					
Track Capacity:	3,790 working meters					

		Ramp Details	
Billing Name:	Interpuerto, SL	Operating Hours:	24/7
FSAC Code:	98570	Physical Address:	Eje 140 km 4 La Pila San Luis Potosi, SL CP 78395
SPLC Code:	918553	FIRMS Code:	7302

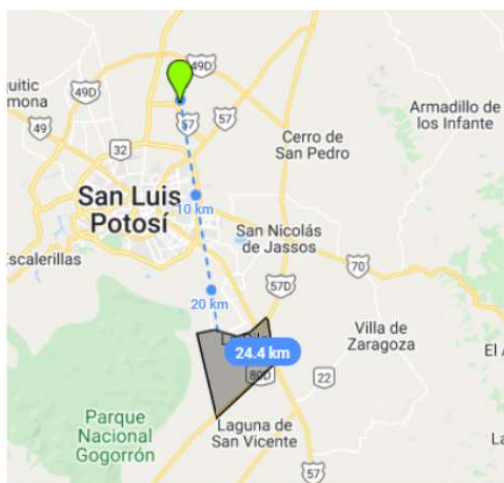
Datos de la terminal de SLP. Imagen 3

La plataforma logística que propongo incluye:

- La terminal del centro de México (TCM) en la cual se distribuyen combustibles
- El parque industrial Logistik (parque industrial más grande México) que contiene a terminales de carga ferroviaria como SIP (suministros industriales potosinos), cuenta con fábricas ensambladoras para la industria aeroespacial y automotriz, además cuenta con una gran terminal intermodal de contenedores.

La plataforma logística no puede ser un HUB porque no se conecta con un puerto y un aeropuerto. La plataforma logística solo cuenta con conexión a transporte ferroviario y a transporte carretero. La plataforma está unida con la carretera federal 57 la cual es de las más importantes del país, esta es la principal ruta para la ciudad de Querétaro, la autopista 80D que sirve como vía para León Guanajuato y por la red ferroviaria concesionada por Canadian Pacific Railway (antes Kansas City Southern de México). Esta plataforma realiza transporte multimodal porque manipula la carga y hacen viajes al extranjero por la red ferroviaria y también hace transporte intermodal ya que al haber transbordo de carretero a ferroviario (o viceversa) se mueven en contenedores como una unidad de carga ya definida.

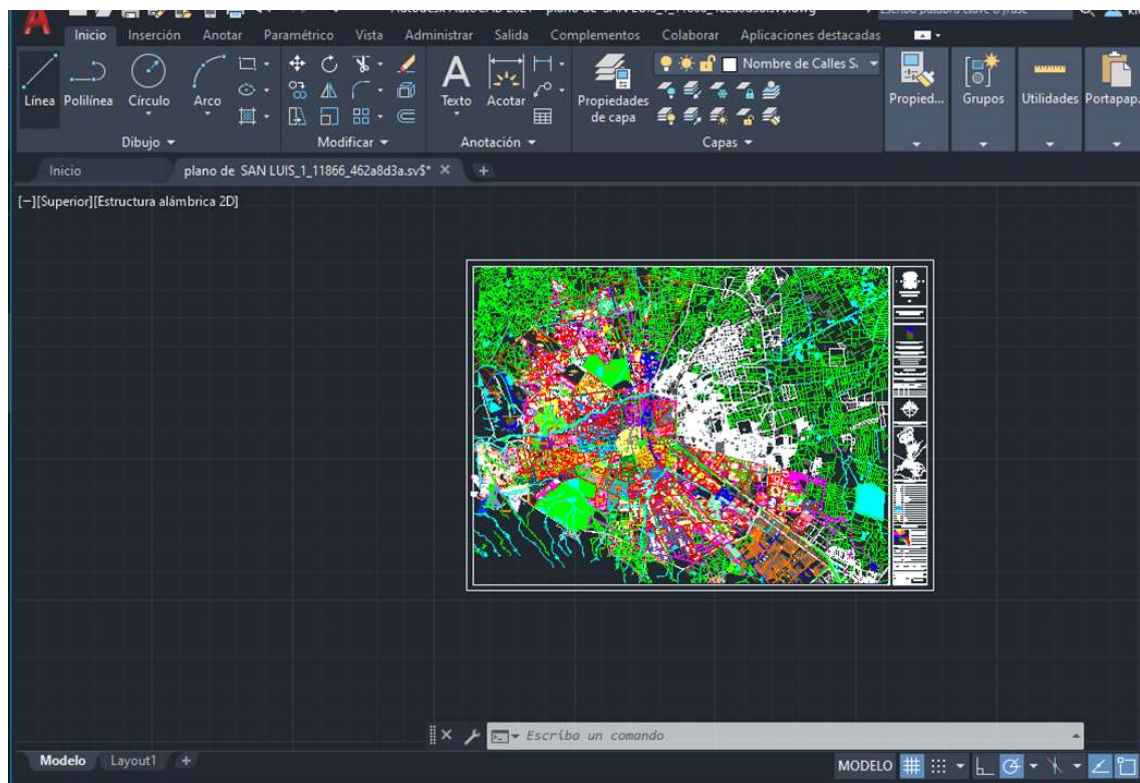
Mapa de la plataforma logística (el poligono en negro es la plataforma logística)



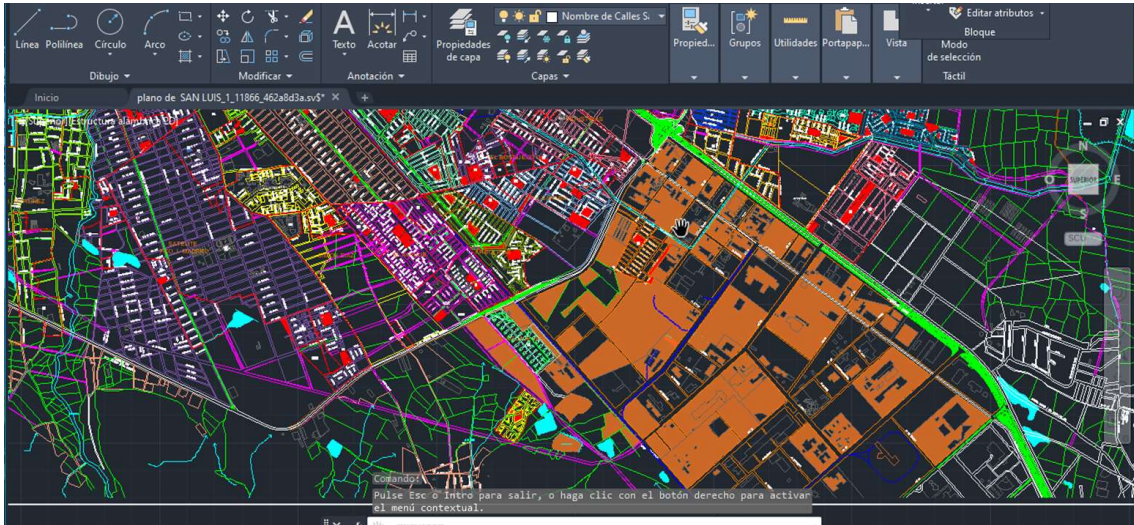
El punto verde es el aeropuerto internacional de San Luis Potosí. Imagen 4

En la plataforma logística planteada hace falta un aeropuerto de carga, el aeropuerto internacional de San Luis Potosí está 24.4 km de distancia. Al no existir puerto no se puede aplicar la logística de puerto a puerto. El propio parque industrial Logistik podría ser una plataforma multimodal por su gran extensión y capacidad de carga pero dejaría fuera a la TCM.

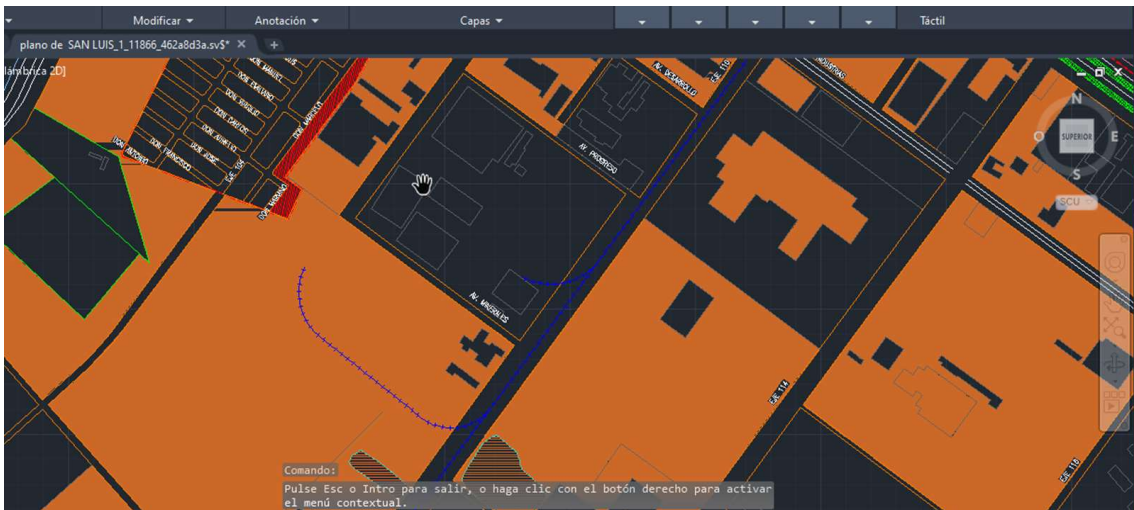
Para trabajar a mejor detalle la plataforma logística se descargó un mapa en formato cad de la página de plan de desarrollo del gobierno municipal de la ciudad de San Luis y se guardó a formato dxf. El mapa de la zonificación es algo viejo ya que data del año 2002, cuando era alcalde Marcelo de los Santos Fraga.



Plano de la zonificación de la ciudad de SLP. Imagen 5



La zona de naranja pertenece a la plataforma logística. Imagen 6



Haciéndole más zoom al plano se pueden apreciar las espuelas del ferrocarril (en color azul) así como las vías concesionadas del ferrocarril. Imagen 7

La logística de justo a tiempo:

El método Just in Time (JIT), también denominado sistema “Justo a Tiempo”, es una metodología originalmente creada para la organización de la producción cuyo objetivo es el de contar únicamente con la cantidad necesaria de producto, en el momento y lugar justo, eliminando cualquier desperdicio o elemento que no aporte valor. Actualmente el Sistema Just in Time se aplica de forma generalizada en los procesos logísticos de los almacenes y bodegas con el fin de conseguir la mayor eficiencia posible en toda la cadena de suministro. Justo a tiempo se trata de un sistema de sencilla definición, pero de compleja aplicación ya que requiere de una

gran coordinación y organización entre todos los elementos que interactúan en la cadena de suministro.

El sistema “Justo a tiempo” tiene su origen en Japón en los años 50, cuando la empresa automovilística Toyota comenzó a utilizar un sistema propio de producción “Toyota Production System” que con los años se fue perfeccionando hasta definir el método Just in Time actual.

El objetivo con el que surgió este sistema era sencillo, eliminar o reducir del proceso de producción cualquier elemento que no aportase valor. En definitiva, conseguir la eficiencia a través de la simplicidad, filosofía muy arraigada en el país nipón.

Estos elementos podrían ser desde materia prima hasta equipamiento o espacio de almacén, y con ellos conseguir reducir costes, plazos y recursos.

La filosofía JIT se extendió entre las principales empresas japonesas, y posteriormente, aunque con mayores dificultades, en las empresas de occidente. Con este sistema, se pasa de un sistema del tipo “Push” en el que cada fase de la cadena acumula su producción hasta ser requerida por la siguiente fase, a un sistema “Pull” en el que cada fase es quien solicita a la fase anterior de la cadena de suministro la cantidad requerida, y de esta forma solo se produce lo necesario.

Para poner en marcha de forma adecuada el método Just in Time (JIT) en un almacén se debe tener en cuenta:

-Diseño del layout reduciendo recorridos

El diseño del layout del almacén inicial es clave a la hora de implementar el sistema “Justo a tiempo”.

Se debe diseñar un layout de almacén que reduzca los recorridos que deben hacer las carretillas elevadoras y los operarios y que simplifique el flujo de las mercancías entre las distintas zonas del almacén.

-Definir el sistema de almacenaje adecuado

El sistema de estanterías industriales elegido para almacenar las existencias del almacén es otro punto clave. Por lo general se utilizan sistemas de almacenaje que facilitan el flujo de la mercancía y el control de stock, como suelen los sistemas de gestión FIFO. El máximo grado de eficiencia se puede conseguir con la automatización del sistema de almacenaje, eliminando de esta forma las maniobras de los operarios y llevando a cabo un control de existencias automático.

Pueden instalarse sistemas semiautomáticos como el AR Shuttle para pallets, o sistemas totalmente automatizados como los Almacenes Automáticos AS/RS, Almacenes Autoportantes o Sistemas Miniload para cargas ligeras.

-Agilizar el proceso de recepción y expedición

En la optimización de tiempos en almacén el proceso de recepción y expedición de la mercancía es una fase en la que también hay que trabajar. Las recepciones se harán con cantidades menores con el sistema Just in Time por lo que el proceso debe ser más rápido.

Es recomendable instalar sistemas de carga y descarga automática de la mercancía.

-Realizar un estricto control de inventarios

Una vez el almacén cuenta con un correcto layout, un sistema de almacenaje adecuado y un rápido proceso de carga y descarga, la empresa debe asegurar que el proceso funciona mediante un control de inventarios estricto y constante.

En el sistema “Just in Time”, esta fase es vital ya que cualquier desajuste en el stock supondrá el retraso de toda la cadena de suministro y por tanto el mal funcionamiento del método.

Las principales ventajas que tiene la aplicación del sistema Just in Time son:

- Reducción del nivel de stock de existencias. Solo se produce la cantidad necesaria solicitada por la siguiente fase de la cadena de suministro, por lo

que se optimiza el tiempo de almacenaje de los productos y el uso del espacio.

- Se evita la caducidad o deterioro de productos almacenados durante tiempo excesivo. El sistema JIT necesitará apoyarse del sistema de gestión de almacenes óptimo para cumplir con esta correcta rotación de existencias.
- Se reducen los tiempos de carga y descarga de la mercancía.
- Reducción de costes de almacenaje e inventario y por tanto mejora de la competitividad de las empresas.
- Es un sistema de gran adaptabilidad una vez implantado, ya que simplifica todas las fases de la cadena de suministro.

Por el contrario, el sistema JIT también cuenta con una serie de dificultades o desventajas que se deben valorar antes de implementarlo en una empresa:

- Una errónea implantación del sistema Just in Time puede implicar retrasos o carencia de stock en alguna de las fases de la cadena de suministro, lo que implicaría en el retraso de las siguientes fases.
- Exige una gran coordinación y comunicación entre clientes y proveedores, todos los participantes en la cadena de suministro deben estar informados de la situación en el resto de las fases.
- La filosofía Just in Time debe ser adoptada por la totalidad de la empresa, sin la implicación de todas las áreas de la organización su correcta puesta en marcha es compleja.
- Al realizar las compras en menores cantidades es probable que los precios de compra del proveedor sean más elevados.
- Aumenta el coste de cambio de proveedor en caso de ser necesario. Por ello, la fiabilidad y seriedad del proveedor es clave en el sistema Just in Time.

Otra estrategia logística es la Cadena de Suministro Global (SCM Supply Chain Management), que es el conjunto de procesos para posicionar e intercambiar materiales, servicios, productos, operaciones, e información, desde la procuración y

la adquisición de materia prima hasta la entrega y puesta en servicio de productos terminados. Una exitosa cadena de suministros entrega al cliente final el producto apropiado, en el lugar correcto y en el tiempo exacto, al precio requerido y en el menor costo posible. Por lo anterior, se puede asegurar que la logística es la intersección de las áreas de producción, finanzas, recursos humanos y mercadotecnia.

Estructuración del ferrocarril

La estructuración de la infraestructura ferroviaria se compone por:

- -Terminal ferroviaria
- -Componentes de la vía
- - Equipo (locomotoras y carros)

Terminal de carga ferroviaria Suministros Industriales Potosinos:

Inició operaciones en 1997 en la ciudad de San Luis Potosí, con la función de agregar valor a las cadenas de suministro ofreciendo soluciones innovadoras para eficientar procesos logísticos, con énfasis en transporte y almacenajes, atendiendo la creciente demanda industrial de unos de las principales zonas manufactureras de México.

A partir de ese momento, SIP ha expandido sus soluciones e instalaciones para seguir contribuyendo al desarrollo de infraestructura y servicios colaborando con los principales sectores industriales de una gran variedad de organizaciones que demandan cadenas de abastecimiento eficientes para el abasto de materias primas (plástico, resinas, acero, metales, minerales, papel, madera, etc.) y de otras que demandan alta confiabilidad como la automotriz y en el manejo de materiales especializados.

Servicios:

-Cross dock

- Almacenamiento y control de inventarios de todo tipo de mercancías.
- Cruce de andén para carga y descarga de mercancía general, a granel, empacada o paletizada en furgones y tráiler.
- Descarga y carga de estructuras pesadas y exceso de dimensiones.
- Descarga de materiales peligrosos, líquidos y sólidos.

-Sistema de almacenamiento

- Capacidad de almacenamiento de 76,500 m² bajo techo.
- Andenes para carga y descarga de carros de ferrocarril totalmente techados.
- Amplios patios de maniobras y áreas de resguardo de camiones.
- Modernas rampas para carga y descarga de tráilers.

-Carga y descarga de carros ferroviarios

- Carga y descarga, Almacenaje, resguardo y control de todo tipo de carros de ferrocarril (furgones, carro tanques, Hopper cars, góndolas, plataformas, ferro tolvas).
- Carga y descarga de y hacia góndolas y plataformas con acero, vigueta, alambrón, tubo, madera, placas de yeso, etc.
- Descarga de materiales peligrosos, líquidos y sólidos.
- Montacargas de distintas capacidades hasta peso de 25 toneladas.
- Los aliados de servicios de transporte cuentan con unidades con rastreo satelital las 24 horas del día, los 365 días del año.
- Báscula pública ferroviaria y camionera certificada, las 24 horas.

-Sistemas y Tecnologías de Información de última generación.

- Los Sistemas Informáticos se encuentran basados en el sistema SAP de última generación; registran, reportan y actualizan en línea el flujo de entradas y salidas de mercancía, y así, mantener en constante comunicación con la clientela interna y externa.
- Sistema con capacidad de intercambio electrónico de datos (EDI).

-Trasvase

- Equipo de Trasvase: Ciclones, Master Vacs, Bandas Transportadoras, entre otros.
- Servicio de ensacado, empaquetado, embalaje y pesaje de materiales a granel según las necesidades del cliente: gaylords, sacos y súper sacos.
- Trasvase de mercancías a granel desde/hacia hopper cars desde/hacia tolvas autocargables.
- Manejo de materiales peligroso

La importancia de esta terminal radica en que sirve como un punto de intersección entre los ferrocarriles que vienen de los puertos de Lázaro Cárdenas, Veracruz y Tampico. Además surte el parque industrial de la ciudad de San Luis Potosí.

Esta terminal tiene como socios estratégicos a las principales líneas ferroviarias de Norte América: Kansas City Southern, Union Pacific, Norfolk Southern, Canadian National Railway, entre otros. La ubicación de la terminal es Eje 120 # 595, Zona Industrial San Luis Potosí, S.L.P. México. Tiene la capacidad de recibir más de 800 carros de ferrocarril, 80 puntos de andén ferroviario para la realización de operaciones de Cross Dock.

Cuenta con el sistema de gestión de calidad ISO 9001-2015 y acreedores del Sello Potosino de calidad y al Premio estatal de Calidad de San Luis Potosí en sus más recientes ediciones. Cuentan con los permisos operativos por parte de las instancias federales, estatales y municipales relacionadas con el ramo. Cumplen con la legislación y regulaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y de la Procuraduría Federal de Protección al Medio Ambiente.

Componentes de la vía:

- **Derecho de vía:** El derecho de vía, es la franja de terreno propiedad del estado en la cual están alojados todos los elementos que constituyen la infraestructura ferroviaria, asimismo puede alojar obras e instalaciones complementarias tales como líneas eléctricas, telegráficas y telefónicas, fibra óptica, ductos y cableados de muy diversa naturaleza e importancia económica y social.

Las dimensiones y características del derecho de vía se describen en el Artículo 29 párrafo i, del Reglamento del Servicio Ferroviario, definiendo que mínimamente el derecho de vía deberá tener 30 metros de ancho, 15 metros a cada lado de la vía a partir del centro de esta, donde solamente en casos justificados donde no se ponga en riesgo la operación del ferrocarril y sus servicios, la distancia podrá ser menor a los 15 metros por lado.

-**Riel de acero:** Al principio, el riel de acero es un riel de hierro fundido, y luego se gastó en un riel en forma de I. En la década de 1980, el ancho de vía estándar para la mayoría de los ferrocarriles del mundo era de 1435 mm (4 pies 8 (1/2 pulg.)). Basado en este estándar, el más estrecho se llama ferrocarril de vía estrecha, el más ancho se conoce como ferrocarril de vía ancha. Hoy en día, el riel de acero puede aplicarse en la construcción de vías férreas en diferentes países. En México la normativa sobre el riel de acero es la NOM-049-SCT2-2000.

-**Balasto:** Balasto proviene de ballast (lastre) y es la capa de grava o de piedra machacada que se tiende sobre la plataforma de las vías férreas para asentar y sujetar sobre ella las traviesas. El balasto se compone de material pétreo con una granulometría entre 3 y 6 cm, con buena resistencia a compresión y al desgaste, además de ser piedra de machaqueo, es decir, bastante angulosa e irregular. Esta granulometría es propia de las líneas ferroviarias.

El balasto tiene varias funciones:

- Distribuye la carga uniformemente repartida sobre el suelo.

- Elimina o amortigua las vibraciones.
- Permite un perfecto drenaje.
- Mantiene la posición de las vías.
- Evita el crecimiento de vegetación.

-Durmientes: Durmiente de ferrocarril, también llamado traviesas o crosstie ferroviario, es un soporte rectangular para los rieles en vías férreas. En general, el durmiente de ferrocarril y el sistema de sujeción de rieles fijan el riel juntos. Los durmientes ferroviarios deben sostener los rieles y mantenerlos separados al calibre correcto, y también transferir las cargas al balasto de la vía y al subsuelo. Los durmientes ferroviarios deben tener cierta flexibilidad y elasticidad, que no es ni dura ni blanda. Cuando el tren pasa, los durmientes de ferrocarril pueden deformarse adecuadamente para amortiguar la presión, pero después de eso, deben recuperarse a la forma original tan pronto como sea posible.

Los durmientes de ferrocarril fueron originalmente hechos de madera, el durmiente de madera tiene características tales como la elasticidad, el peso ligero, la fabricación sencilla, las buenas propiedades de aislamiento, los sujetadores simplemente se conectan a los durmientes de madera, y es fácil de colocar, mantener y transportar. Además, existe un mayor coeficiente de fricción entre los durmientes de madera y el lastre.

La desventaja de los durmientes del ferrocarril es que la vida útil es corta, el consumo de madera es grande. Para extender efectivamente la vida útil, los durmientes generalmente deben usarse después de llenar el anticorrosión. Debido a la corta vida útil del durmiente de madera, ha sido reemplazado gradualmente por el durmiente de concreto.

-Cambio Hidráulico (Hydraswitch): Aparato con sistema hidráulico para mover las agujas de cambio, que se opera a control remoto.

-Cortavía: Es una combinación de dos cambios que conectan dos vías adyacentes.
Cruzamiento aéreo: Es la instalación que cruza la vía por la parte superior a la altura permitida.

-Cruzamiento a nivel: Cruce de un camino, carretera o calle con una vía férrea.

-Cruzamiento subterráneo: Cruce de una tubería o de una instalación debajo de la vía a la profundidad permitida.

-Toperas: Diseñadas específicamente para cada escenario de impacto con altas prestaciones para absorber la energía cinética del tren a través de amortiguación gas-hidráulica y frenado por rozamiento. Las toperas gas-hidráulicas paran los trenes a una determinada velocidad y con distancias de deslizamiento óptimas gracias a la ayuda del amortiguador gas-hidráulico que permite mantener una desaceleración de confort que no cause daños ni a las personas, ni al material rodante ni a la vía. Además, permiten microimpactos totalmente absorbidos por la cápsula de forma reversible sin necesidad de reajuste de la topera. Están certificadas por ADIF y cumplen con la normativa internacional.

Llallo suministra absorbedores de energía de alta tecnología y prestaciones únicas en estos equipos, a medida para dar la mejor solución a nuestros clientes. Trabajamos con amortiguadores hidráulicos de gas constituidos por dos cámaras: una de gas nitrógeno y otra de aceite, que actúan mediante un sofisticado mecanismo de amortiguación constituyendo un amortiguador gas-hidráulico.

-Drenaje superficial: El principal objetivo del drenaje superficial es lograr un flujo del agua acumulada en la superficie del terreno sobre el que se montará o que se colocará en las demás estructuras de una vía férrea. Esto se debe a la gran acumulación que existe en esta parte del terreno como consecuencia de las precipitaciones, fundamentalmente lluvias. En este sentido, el drenaje superficial, uno de los modelos de drenaje de las vías férreas, tiene como objetivo crear un sistema que permita que esta agua acumulada se disipa en el suelo.

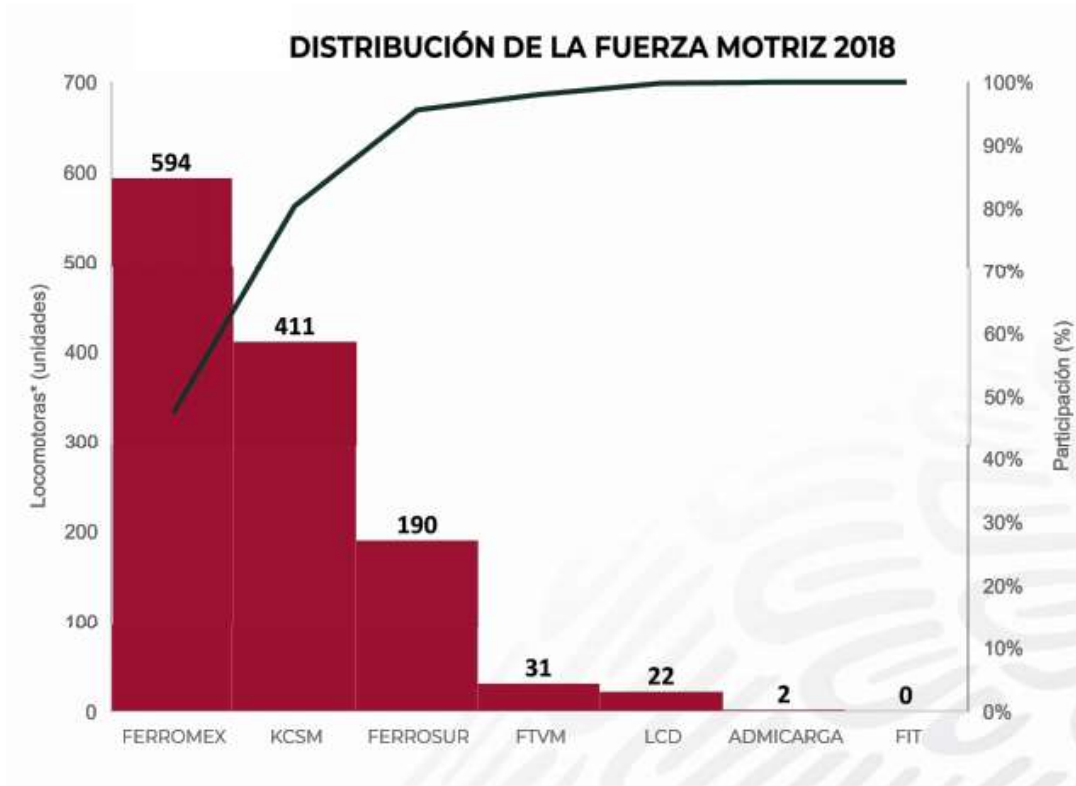
-Drenaje profundo: El drenaje profundo, por otro lado, es un modelo de drenaje más intenso en los ferrocarriles. La idea del drenaje profundo es eliminar el agua acumulada dentro del suelo del terreno del ferrocarril, con el objetivo de bajar el nivel freático. Esto es fundamental para que el agua presente en las profundidades

del suelo no llegue a la superficie, dificultando aún más el proceso de drenaje de las vías férreas.

Equipo (locomotoras y carros)

Empresa Ferroviaria	t-km (millones)	Personal	Loco- motoras	Carros	Líneas (km)	Ingresos (millones de dólares)	Salarios (millones de dólares)
KCSM	27,576	3,237	381	8,621	4,783	1,101.0	66.3
Ferromex	47,685	7,908	631	15,614	8,149	1,468.6	225.9
Canadian Pacific	232,140	15,011	1,651	47,600	23,174	5,959.0	1,189.2
Canadian National	338,167	23,705	2,008*	67,560*	32,186	10,268.0	2,099.0
BNSF	1,086,959	42,625	7,310	73,577	52,455	21,773.8	3,684.2
Union Pacific	827,617	49,116	8,266	67,755	51,237	21,935.1	3,853.4
CSX Transportation	364,733	28,154	4,259	68,008	33,496	11,705.6	2,247.9
Norfolk Southern	311,483	29,666	4,139	79,121	32,123	11,244.7	2,161.9
Kansas City Southern	50,016	2,889	540	11,618	5,222	1,258.1	227.1

Cuadro de variables seleccionadas de los principales ferrocarriles en Norteamérica, 2013. Tabla 2



Locomotoras de los ferrocarriles de México en el año 2018. Fuentes: Instituto Mexicano del Transporte. Gráfica 3

- **Los carros plataforma:** constan de un piso que se extiende sobre un apoyo sin laterales y están preparados para transportar productos de gran tamaño.

Atributos del vagón	Viga central	Mampara
Longitud de plataforma	73 pies	57-61 pies
Carga bruta sobre la vía	63 K	263 K, 315 K

Tabla 3

-**Carro Tanque:** Los vagones cisterna se utilizan exclusivamente para el transporte de líquidos, gases licuados, gases comprimidos y sólidos licuados antes del desembarque. Todos los vagones cisterna son propiedad del cliente. KCSM exige que todos los carros tanque cumplan con las normas de seguridad descritas en las normas (especificaciones) de Seguridad para Carros Tanque emitidas por el Departamento de Transporte de los Estados Unidos y el Departamento de Transporte de Canadá para carros tanque que trasladan líquidos inflamables

(clasificación de riesgo Clase 3) y sustancias tóxicas por inhalación (TIH). KCSM exige que todos los carros pasen por una inspección “electrónica” para determinar si son seguros y adecuados para transportar el producto correspondiente. Esta inspección también servirá para identificar posibles avisos o advertencias preventivas de mantenimiento para mantener los carros en buenas condiciones mecánicas y operativas. Como parte de este proceso de inspección electrónica, KCSM necesita que todos los carros estén registrados en KCSM antes del 1 de enero de 2020. La forma más fácil y eficaz de registrar tanto los carros como la información de contacto de la persona responsable del carro privado es a través del sistema UMLER que se utiliza tanto en Canadá como en los Estados Unidos.

Atributos del vagón	Vagones cisterna
Aislados/con bobinas externas	Sí y no
Capacidad (galones)	20500, 23500, 21000 o 30000
Carga bruta	263 K, 286 K

Tabla 4

-Carros tipo góndola: Los carros tipo góndola son carros con la parte superior abierta y laterales fijos, extremos fijos o de volteo y superficies inferiores sólidas. Los carros tipo góndola equipados tienen características especiales diseñadas para transportar productos específicos que varían desde los agregados y minerales hasta los metales y desechos.

Atributos del vagón	Góndola corta	Góndola estándar	Góndola larga
Longitud interior	42 pies, 48 pies	52 pies	66 pies
Carga bruta sobre la vía	220 K, 263 K	220 K, 263 K o 286 K	220 K, 263 K o 286 K
Enganches giratorios	No	No	No

Tabla 5

-Carros automotrices: Los carros automotrices están diseñados para transportar todos los artículos que necesita la industria automotriz de manera oportuna. Las unidades para autos vienen en diferentes tamaños, para satisfacer todas las necesidades de la industria.

Atributos del vagón	Unidades de dos niveles para autos	Unidades de tres niveles para autos	AutoMax
Cantidad de niveles	2	3	2 o 3
Capacidad de vehículos	10	15	22 a 24
Carga bruta sobre la vía	179 K	195 K	250 K, 260 K

Tabla 6

-Contenedores intermodales: El equipo intermodal otorga a los embarcadores la capacidad para transportar carga por ferrocarril, camión o barco, utilizando el mismo contenedor de envío. El cuadro al lado indica el tipo principal de equipo intermodal que se utiliza en la red de KCS.

Tipo de equipo	Nacional	Internacional
Equipo controlado por ferrocarril	Contenedores TMXU, EMP y UMAX de 53'	-
Equipo propiedad del embarcador	Contenedores e isotanques de 20', remolques de 28', remolques y contenedores cisterna de 40', contenedores, remolques y Raildecks de 53'.	Contenedores de 20', 40' y 45'

Tabla 7

-Furgón: Los furgones están completamente cerrados con puertas. Los furgones equipados tienen un acondicionamiento especial que facilita el transporte de productos que varían entre los electrodomésticos y el papel y todo lo que se encuentre dentro de ese rango.

Atributos del vagón	Furgón de 50 pies	Furgón de 60 pies	Furgón de 60 pies - amplia capacidad volumétrica	Furgón de 86 pies
Longitud interior	50 pies	60 pies	60 pies	86 pies
Altura interior	11 pies	11 pies	13 pies	13 pies
Tipo de puerta	De un solo chupón, que se desliza hacia un lado	De un solo chupón, que se desliza hacia un lado	De un solo chupón/que se desliza hacia ambos lados, de dos chupones/que se desliza hacia un lado	De un solo chupón, de dos chupones/que se desliza hacia un lado
Abertura de la puerta	10 pies	10 pies, 12 pies	10 pies, 12 pies, 16 pies	20 pies
Carga bruta sobre la vía	220 K, 263 K o 286 K	263 K, 286 K	220 K, 263 K o 286 K	220 K, 263 K
Carga principal	Papel	Papel, madera contrachapada	Papel, aparatos eléctricos, automóviles	Aparatos eléctricos, automóviles

Tabla 8

-Tolvas cubiertas: Las tolvas cubiertas están cerradas de manera permanente y se utilizan para cargas a granel. Están equipadas con aberturas herméticas para carga superior y por lo general se utilizan con granos y productos agrícolas.

Atributos del vagón	Tolva cubierta estándar	Tolva cubierta con amplia capacidad volumétrica
Tolva cubierta con amplia capacidad volumétrica	4650 o 4750	5150, 5161, 5188 o 5200
Carga bruta sobre la vía	263 K, 286 K	286 K
Tipo de escotilla	Acanalada, circular	Acanalada, combinada
Tipo de puerta de salida	Por gravedad	Por gravedad
Carga principal	Granos, fertilizantes, potasa	Granos

Tabla 9



Carro Plataforma



Carro Tanque



Carro tipo Góndola



Carros Automotrices



Contenedores Intermodal



Furgón



Tolva Cubierta

Diferentes tipos de carros. Imagen 8

Tarifas del ferrocarril (concesión KCSM)

Las tarifas son reguladas por la agencia reguladora del transporte ferroviario. Algunas de las tarifas son las siguientes (los precios son sobre el mes de marzo del año presente)..

CLAVE	PRODUCTO	PESOS MINIMOS		FACTORES DE COBRO (pesos)	
		EN FURGON (Kg)	EN CARRO TANQUE (Gal)	FIJO POR TONELADA	VARIABLE POR TON.-KM.
103	Aceite de alquitrán de hulla	25,000	REGLA 10	273.70	1.116678
105	Aceite lubricante, incluye líquido para transmisión	25,000	REGLA 10	451.58	1.482480
120	Aceites y grasas vegetales	60,000	REGLA 10	265.30	1.082200
125	Aceleradores, suavizadores, solventes o disolventes de caucho o hule	25,000	REGLA 10	689.40	1.944557
130	Ácido sulfúrico	10,000	REGLA 10	349.48	1.292943
140	Ácidos no especificados	18,000	REGLA 10	606.86	1.712044
145	Ácidos no especificados	25,000	REGLA 10	554.72	1.610336
146	Alcoholes líquidos	20,000	REGLA 10	629.90	1.828510
147	Alcoholes sólidos	20,000		629.90	1.828510
148	Algodón	20,000		412.16	1.386214
149	Aluminio, láminas, N.E., etc.	20,000		748.71	2.079325
153	Aparatos eléctricos	26,000		1162.24	2.032948
150	Arena sílica	65,000		238.67	1.302938
160	Arroz limpio	40,000		250.30	1.021345
175	Arroz palay	30,000		213.82	0.950909
195	Azúcar	60,000		247.65	1.010046
200	Barras, lingotes, lupias (billets) de fierro	50,000		313.43	1.193683
203	Cacahuates	20,000		412.16	1.386214
205	Carbón mineral	35,000		261.48	1.091874
210	Carbón mineral	45,000		241.28	1.072024

Tabla 10

CLAVE	PRODUCTO	PESOS MÍNIMOS		FACTORES DE COBRO (pesos)	
		EN FURGON	EN CARRO TANQUE	FIJO POR TONELADA	VARIABLE POR TON.-KM.
		(Kg)	(Gal)		
265	Combustóleo	25,000	REGLA 10	252.02	0.992274
275	Chatarra de equipo ferroviario	25,000		332.57	1.168192
279	Desperdicio de casaca empacadoras	15,000		368.30	1.209048
290	Desperdicio de fierro	60,000		332.57	1.168192
305	Desperdicio de papel o cartón	45,000		277.53	1.027090
327	Diesel Oil, refinado o sin refinar	20,000	REGLA 10	400.38	1.406716
329	Eteres y Glicoles	20,000	REGLA 10	513.73	1.491256
340	Fertilizantes, N.E.	50,000	HASTA 29,999*	297.68	1.045728
345	Fertilizantes, N.E.	60,000	30,000 O MAS*	266.04	0.984209
347	Fierro Comercial	60,000		336.15	1.130538
360	Forr. pastas sem. oleag.	20,000		351.66	1.183273
365	Forr. pastas sem. oleag.	30,000		284.32	1.051796
370	Forr. pastas sem. oleag.	45,000		267.46	1.018935
373	Fosfato de Calcio	25,000		336.15	1.130538
385	Frijol	65,000		233.68	0.953452
420	Gas para combustible	25,000	HASTA 14,000*	728.17	2.022348
425	Gas para combustible	35,000	14,001 A 21,000*	670.50	1.891269
430	Gas para combustible	45,000	21,001 A 28,152*	612.71	1.778913
435	Gas para combustible	60,000	28,153 O MAS*	555.05	1.685289
445	Gasolina	25,000	REGLA 10	442.76	1.489474
447	Gasolina, Catalitica y Polimerizada	25,000	REGLA 10	442.76	1.489474
449	Gomas y Resinas	25,000	REGLA 10	304.98	1.426704
405	Graneles Agrícolas: Frijol soya en furgón	65,000		251.85	1.018086

Tabla 11

CLAVE	PRODUCTO	PESOS MÍNIMOS		FACTORES DE COBRO	
		EN FURGON	EN CARRO	(pesos)	
		(Kg)	TANQUE (Gal)	FIJO POR TONELADA	VARIABLE POR TON.-KM.
630	Productos lácteos	15,000		383.88	1.291260
635	Productos lácteos	25,000		420.76	1.380929
640	Productos lácteos	30,000		383.88	1.291260
650	Productos químicos N. E.	15,000		667.06	1.812163
655	Productos refinados de petróleo	25,000	REGLA 10	629.90	1.828510
660	Pulpa de madera	25,000		267.41	1.091146
665	Pulpa de madera	30,000		248.02	1.034702
670	Pulpa de madera	40,000		228.69	1.015897
675	Sal común en grano o sin deshidratar	45,000		200.16	0.935665
676	Sal común refinada	35,000		292.94	1.115591
680	Sebo y grasas	20,000	REGLA 10	407.23	1.273597
710	Semillas Oleaginosas en furgón	65,000		308.79	1.248331
715	Semillas Oleaginosas en Tolva	85,000		308.79	1.248331
720	Semillas para la agricultura y la Horticultura: Alfalfa, alpiste, brócoli (coliflor), calabaza, N.E.	15,000		451.58	1.482480
745	Sulfato de sodio en bruto	30,000		379.93	1.278963
755	Sulfato de sodio en bruto	40,000		352.14	1.212805
800	Vehículos automotores armados	10,000		1363.45	3.703485
810	Vehículos automotores armados	15,000		1193.06	3.240556
820	Vehículos automotores armados	20,000		1022.55	2.777629
830	Vehículos automotores armados	30,000		852.13	2.314679

Tabla 12

CLAVE	CONCEPTO	FACTORES DE COBRO (\$)	
		FIJO POR REMOLQUE	VARIABLE POR REMOLQUE-KM.
	UN REMOLQUE IMPORTACIÓN O DOMÉSTICO REMOLQUE PROP. TFM		
2000	TREN REG./PLAT. PARTICULAR	6,149.00	22.7497
2005	TREN UNIT./PLAT. PARTICULAR	4,250.29	22.7497
2010	TREN REG./PLAT. TFM	7,234.24	26.7625
2015	TREN UNIT./PLAT. TFM	5,335.25	26.7625
	REMOLQUE PROP. USUARIO		
2025	TREN REG./PLAT. PARTICULAR	5,534.10	20.4749
2030	TREN UNIT./PLAT. PARTICULAR	3,825.26	20.4749
2035	TREN REG./PLAT. TFM	6,510.71	24.0873
2040	TREN UNIT./PLAT. TFM	4,801.71	24.0873
	DOS REMOLQUES IMPORTACIÓN O DOMÉSTICO REMOLQUE PROP. TFM		
2100	TREN REG./PLAT. PARTICULAR	9,223.37	34.1249
2105	TREN UNIT./PLAT. PARTICULAR	6,375.27	34.1249
2110	TREN REG./PLAT. TFM	10,851.09	40.1440
2115	TREN UNIT./PLAT. TFM	8,003.16	40.1440
	REMOLQUE PROP. USUARIO		
2125	TREN REG./PLAT. PARTICULAR	8,301.16	30.7118
2130	TREN UNIT./PLAT. PARTICULAR	5,737.84	30.7118
2135	TREN REG./PLAT. TFM	9,766.20	36.1299
2140	TREN UNIT./PLAT. TFM	7,202.79	36.1299
2145	ROADTRAILER	9,999.05	45.5962
	REMOLQUES QUE SE MANEJAN VACÍOS		
2200	TREN REG./PLAT. PARTICULAR	2,767.13	10.2362
2205	TREN UNIT./PLAT. PARTICULAR	1,912.69	10.2362
2210	TREN REG./PLAT. TFM	3,255.23	12.0440
2215	TREN UNIT./PLAT. TFM	2,400.88	12.0440

Tabla 13

CLAVE	CONTENEDOR	FACTORES DE COBRO (\$)	
		FIJO POR CONTENEDOR	VARIABLE POR CONT.-KM.
CARGOS POR TRANSPORTE CONTENEDORES CARGADOS CONTENEDORES PARA CARGA SECA			
1085	Contenedor de 20 pies	5,322.82	17.9657
1095	Contenedor de 40 a 53 pies	7,290.08	24.6023
ISO CONTENEDORES			
1200	Iso contenedor de 20 pies	6,653.55	22.4575
1210	Iso contenedor de 40 a 53 pies	9,112.67	30.7522
CONTENEDORES REFRIGERADOS			
1300	Contenedor de 20 pies	6,653.55	22.4575
1310	Contenedor de 40 a 53 pies	9,112.67	30.7522
CONTENEDORES VACÍOS			
1105	Contenedor de 20 pies	3,975.84	10.8300
1115	Contenedor de 40 a 53 pies	5,689.59	15.4993
ISO CONTENEDORES VACÍOS			
1220	Iso contenedor de 20 pies	4,958.11	14.2912
1230	Iso contenedor de 40 a 53 pies	5,784.41	13.3347
CARGOS POR MANIOBRA EN TERMINAL			
1065	En una terminal	7,773.57	
1075	En dos terminales	10,360.02	
CARGOS POR TRANSPORTE CONTENEDORES CARGADOS CONTENEDORES CON CARGA SECA PESADA*			
1086	Contenedor de 20 pies	6,653.55	22.4571
1096	Contenedor de 40 a 53 pies	9,112.67	30.753
CONTENEDORES REFRIGERADOS CON CARGA PESADA			
1306	Contenedor de 20 pies	8,316.93	28.0716
1311	Contenedor de 40 a 53 pies	11,390.75	38.4412

Tabla 14

DESEMBOLSOS DE CAPITAL DE KCS POR CATEGORÍA		
CATEGORÍA	2018	2017
Programa de capital para vías férreas	\$245.7 M	\$269.3 M
Locomotoras y vagones de carga	\$101.2 M	\$75.7 M
Capacidad	\$69.8 M	\$111.4 M
Control del Tren Positivo (PTC)	\$28.9 M	\$51.7 M
TI/Otros	\$66.7 M	\$51.4 M

Gastos que hace la concesión de KCSM. Tabla 15

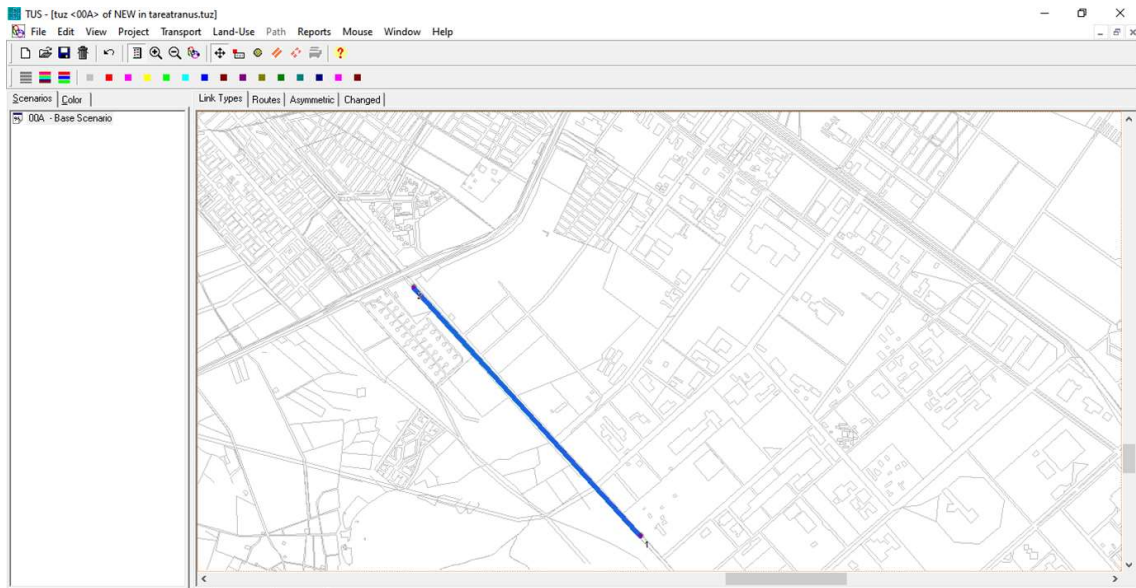
Ingeniería de tránsito en el ferrocarril

La señalización la rige la NOM-050-SCT2-2017

Para calificar la peligrosidad del cruce a nivel se consideran diversos elementos:

- Elementos con relación a la visibilidad.
- Referencias a la situación de la corona.
- El número de vías a cruzar y la diferencia de peralte.
- La vialidad.
- El tránsito vehicular y ferroviario

Se exporta el plano en dxf al programa tranus para poder analizar los problemas de intersecciones entre el transporte ferroviario y carretero



Aquí se quiere analizar los cruces a nivel con el programa tranus que simula problemáticas del transporte. Imagen 9

-Áreas de los ITS

Sistema Avanzado de Administración del Transporte (ATMS): Predice la congestión de tráfico y guía a los vehículos por mejores rutas, dando prioridad a vehículos de alta ocupación.

- Administración de incidentes. Reduce los congestionamientos localizando accidentes, mediante cámaras y sensores de velocidad que monitorean la red en tiempo real.
- Pago electrónico de peaje y administración de tráfico (ETTM). Mediante lectores que cargan a una cuenta el costo (pospago).
- Costo de los congestionamientos. Dinero, tiempo, contaminación.
- Filosofía de control de la red de autopistas. Total libertad de movilidad.

Sistema avanzado de información al viajero (ATIS): Provee información en los propios vehículos, casas, oficinas, etc. Ubicación de incidentes, clima, rutas, caminos.

Sistema avanzado de control de vehículos (AVCS):

- Mejora el control del conductor sobre el vehículo.
- Alertan al conductor de accidentes u obstáculos en el camino.

Operación de vehículos comerciales (CVO):

- Para mejorar los fletes y operaciones de camiones, autobuses o taxis.
- Pesaje en movimiento, para despacho aduanal en las fronteras.
-

Sistema avanzado para el transporte público (APTS):

- Además de las anteriores, para recaudación de tarifas, programación de vehículos, conexiones intramodales e intermodales, etc.

Sistema avanzado de transporte rural (ARTS):

- Los ITS también se aplican a caminos de baja densidad, principalmente para la seguridad.

-ITS sobre la terminal de SLP

- Equipos de inspección avanzados: KCSR y KCSM inspeccionan las vías con equipos especializados como equipos ferroviarios que miden la geometría de la vía, radar de penetración terrestre y tecnología láser. Además, a lo largo de la red ferroviaria se ubican diferentes tipos de detectores al borde del camino para monitorear el estado de las ruedas de los trenes que pasan. Estas tecnologías especializadas alertan al ferrocarril sobre posibles defectos y permiten programar el mantenimiento de manera segura, oportuna y rentable. Se encuentran por debajo de los carros ferroviarios.

-Control del tren positivo (Positive Train Control, PTC): desde 2008, KCSR ha trabajado sin interrupción para implementar el PTC — el sistema de seguridad más vasto y complejo en la historia de la industria ferroviaria. Esta tecnología de punta está diseñada para detener automáticamente un tren si es necesario a fin de evitar colisiones entre trenes, descarrilamientos por exceso de velocidad, incursiones en zonas de obras ferroviarias, y el ingreso en la línea ferroviaria principal si un cambio no se realiza con precisión en ciertos lugares, incluidas ciertas líneas ferroviarias principales donde se mueven sustancias químicas que conllevan peligro de inhalación con riesgo de toxicidad o envenenamiento. Al conectar los sistemas de posicionamiento global (GPS), las comunicaciones por radio, las unidades de interfaz en tierra, los servidores administrativos y un sistema de control de despacho, el tren y las tripulaciones reciben información vital sobre cuándo, dónde y a qué velocidad viajar. El sistema se comunica con el sistema de despacho y con los controles del tren dentro de la locomotora. La información se transmite en vivo entre estas partes para garantizar patrones de tráfico seguros y velocidades de locomotoras seguras.

-Asset Health Strategic Initiative (AHSI): AHSI es un programa de la industria ferroviaria a varios años que aplica procesos de tecnología de la información para mejorar la seguridad y el rendimiento de los equipos ferroviarios de carga y locomotoras en toda América del Norte. El programa ayuda a reducir las interrupciones por servicio mecánico, mejorar la calidad de las inspecciones de los equipos ferroviarios y aumentar la eficiencia del patio de maniobras y el taller de

reparación mediante la consolidación de la información de los equipos, incluida la información de propiedad, el historial de inspecciones y reparaciones, y los retiros del mercado de la compañía, entre otras cosas.

En este grupo de ITS se puede encontrar los detectores de desempeño truck.

Estos detectores permiten alertar cuando se identifican fallas de algún truck en los carros, esto es gracias a la medición de cargas aplicadas al riel. Esto nos permite evitar accidentes, incrementar la vida útil de la infraestructura y de los carros, así como disminuir tanto las interrupciones de tráfico como el consumo de combustible.

-Tecnología Spillx: Se monitorea 24/7 los niveles de combustibles así como los cambios de presión dentro de los contenedores cisterna además de contar con válvulas anti derrames, en Lázaro Cárdenas, Michoacán, KCSM utiliza la tecnología Spillx para evitar las filtraciones de combustible, fugas o robo de las locomotoras.

Se encuentra sobre el los carros cisternas y locomotoras

-Integración de infraestructura con tecnología en telecomunicaciones(RFID, WIFI, GPS, 3G, 4G): La tripulación de un ferrocarril en ocasiones se mueven en convoy grandes, los cuales se necesita un buen ancho de banda para estar en comunicación. Se encuentra sobre todos los carros el férreos.

-Área funcional pertenecen:

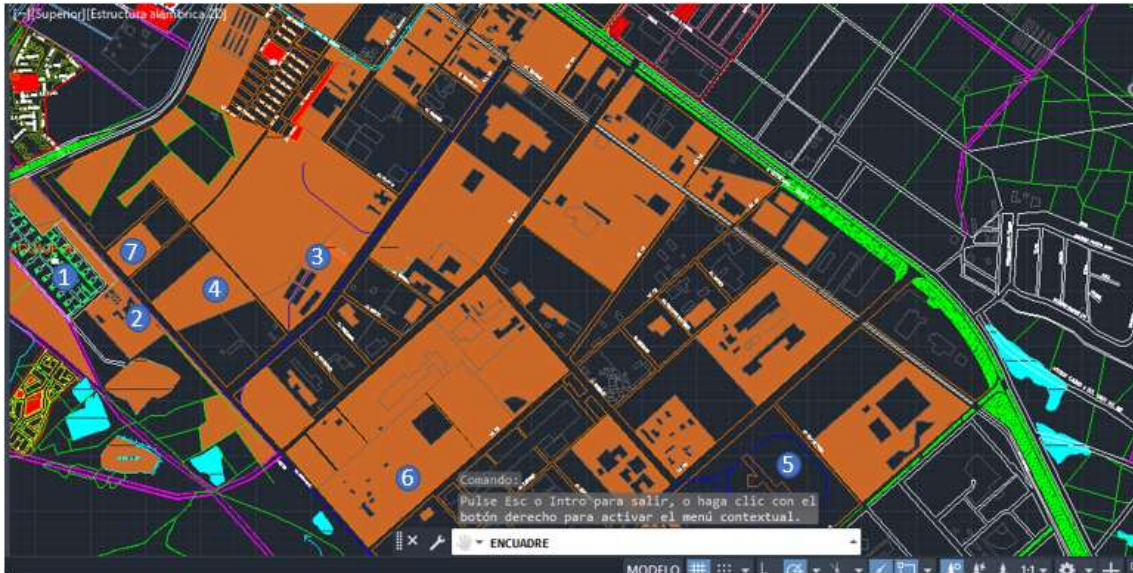
Control del tren positivo (Positive Train Control, PTC) pertenece al tipo ATMS y AVCS

Asset Health Strategic Initiative pertenece al tipo AVCS

Tecnología Spillx pertenece a CVO

Integración de infraestructura con tecnología en telecomunicaciones(RFID, WIFI, GPS, 3G, 4G) pertenece a ATMS

Estructuración de la ARQUITECTURA ITS



Arquitectura de los ITS en la plataforma logística. Imagen 3

Simbología

- | | |
|--|--|
| <p>1 Almacén: En esta zona se descargan cargas a granel solidas y liquidas. Para las cargas liquidas se necesita tener un control sobre posibles fugas así que en esta parte se instalan ITS para estar monitoreando.</p> | <p>5 Plataformas de intercambio intermodal: Aquí se da el cambio del modo de transporte, se da el intercambio de carga del tren al transporte carretero o de veceramente. Esta zona esta llena de ITS que ayuden a generar control de la carga. Se cuenta con pesaje dinámico</p> |
| <p>2 Patio de maniobras: Aquí es donde se organizan los trenes, que tipo de carga debe de llevar cada carro. Los parques de maniobras deben de contar con amortiguadores de frenado para reducir la velocidad que se da en la joroba por gravedad. Actualmente estos sistemas de frenado mecánico pasaron a integrarse con sistemas eléctricos para su activación automática. Cuenta con ITS para controlar las velocidad en los frenados</p> | <p>6 Zonas de trasvase y <u>cross dock</u>: En esta zona es donde mas se usan los <u>palets</u>, es necesario saber que tipo de <u>palets</u> usar para que no fallen por aplastamiento.</p> |
| <p>3 Casetas de vigilancia: Es donde convergen todas las transmisiones de videocámaras de seguridad que se colocan por todo el perímetro de la plataforma logística.</p> | <p>7 Torre de control: Es donde están los servidores de las oficinas de control. Se incluyen tecnologías como Control del tren positivo (Positive Train Control, PTC) Esta tecnología de punta está diseñada para detener automáticamente un tren si es necesario a fin de evitar colisiones entre trenes, descarrilamientos por exceso de velocidad.</p> |
| <p>4 Oficinas de control: Es este lugar se da la programación de los horarios de lo trenes, la ubicación de los trenes en tiempo, las oficinas de control le control le otorgan seguridad a los trenes</p> | |

Suministro de combustible y electricidad

Una vía de mantenimiento es el tramo de vía destinado a realizar las tareas de mantenimiento de los trenes: repostaje de combustible, limpieza interior y/o exterior del tren y reparación en el caso que éste no esté en condiciones óptimas para circular. Su limitación viene dada por su estado (libre u ocupado), por la longitud del tramo de vía destinado a tareas de mantenimiento y por el tiempo que cada tren está en ellos. Este tiempo depende de las necesidades de cada tren y cada tarea de mantenimiento (repostaje, limpieza o reparación) tiene un tiempo necesario asociado. El recorrido óptimo tras la llegada de un tren al andén y su descarga, si es necesario su mantenimiento, es que a éste se le realice a continuación, pero si las instalaciones están ocupadas, se manda el tren al patio de ferrocarril hasta que se libera una de los tramos de vía de la instalación.

Tarifa por la variación en el precio de combustible

The Kansas City Southern Railway Company evalúa los cargos por combustible a partir de la distancia que recorre su flete o como un porcentaje de la tarifa. A continuación, proporcionamos la información más reciente sobre el sobrecargo (KCSR).

La siguiente información incluye:

- EE. UU. - Para calcular el sobrecargo de la tarifa por la variación del precio del combustible a partir de la distancia se multiplican el factor por milla por la distancia recorrida en la ruta como se puede ver en el Artículo 240 de Publicación 9012 sobre las Reglas de KCS a partir del precio promedio mensual para el combustible diesel de carretera (Highway Diesel Fuel, HDF).
- EE. UU. - Para calcular el sobrecargo por combustible como un porcentaje de la tarifa, se multiplican el factor de porcentaje por la tarifa aplicable como se puede ver en el Artículo 240 de Publicación 9011

sobre las Reglas de KCS a partir del precio promedio por barril de petróleo crudo West Texas Intermediate (WTI).

- Intermodal de EE. UU. – el sobrecargo de la tarifa por la variación del precio de combustible se basa en un porcentaje de la tarifa calculado por el monto, como se puede ver en el Artículo 245 de Publicación 9011 sobre las reglas de KCS, con base en el promedio de precios del diésel para carretera (OHD).

El creciente problema de escasez de energía puede llegar a representar retos para la competitividad en las principales estaciones ferroviarias. Solo en SLP, la demanda de energía del estado proviene en un 60% del segmento industrial. Más aún, el crecimiento del sector industrial en esta entidad provoca que los requerimientos de electricidad en la región sean cada vez mayores, con un crecimiento anual en demanda de energía de un 6% en el 2020.

La planta de ABB México, San Luis Potosí, ubicada en el Parque Industrial WTC, es la más grande de la marca en todo el continente, ha generado en el sector local más de 2,000 empleos directos y 5,000 en toda la República Mexicana.

Vicente Magaña, presidente y director general de ABB, aseguró que la empresa de origen suizo seguirá invirtiendo en México, con el objetivo de que continúe exportando tecnología migrada a la digitalización, con un enfoque sustentable.

Sus principales clientes son la Comisión Federal de Electricidad (CFE), Iberdrola, Grupo Aldesa y Grupo Avanzia y, recientemente, la armadora alemana BMW, ya que la tecnología que se crea desde ABB participará en el corredor eléctrico que lleva a cabo BMW en el tramo San Luis Potosí-Querétaro.

Proyectos a futuro

Con 17 años de presencia en San Luis Potosí, Industrial Logistik Park es considerado como el parque más grande de Latinoamérica y se ha posicionado como un punto de referencia en la industria regional, al contar en sus terrenos con dos armadoras de clase mundial: General Motors y BMW. Se piensa hacer más grande el parque.

Este master plan está fundamentado en una dinámica misión de servicio para continuar liderando con innovación y tecnología los servicios de logística industrial. De esta forma, presentan una serie de iniciativas a mediano y largo plazo. Logistik es el parque industrial más grande de México (2,200 ha). Actualmente, se encuentra desarrollado en un 60 % y concentra a 22, 700 empleados. Posee una reserva de lotes suficientes para ofrecer fuentes de trabajo a un total de 38,000 personas.

Conclusiones

El ferrocarril en SLP es sin duda una actividad económica muy importante para el estado y para el país. Su influencia se ve reflejada hasta en norteamérica ya que de acuerdo con la concesión de KCSM tiene convenios para exportar a USA y Canadá, también este ferrocarril tiene mucho legado histórico porque fueron de las primeras redes en brindar servicio de pasajeros y la gente de ese lugar está acostumbrado a los labores ferroviarios. La línea de este ferrocarril conecta con los los 3 puertos más importantes del país haciendo que se tenga grandes flujos de mercancías y para ello se tiene que invertir tecnologías para el transporte que ayude en la seguridad. Logistik Park es una pieza clave para el transporte en México ya que es una plataforma logística en donde se dan grandes flujos de mercancía.

Referencias:

<https://slp.gob.mx/secult/Paginas/Exposici%C3%B3n-%E2%80%9CEstaciones-y-el-Ferrocarril-en-San-Luis-Potos%C3%AD%E2%80%9D.aspx>

Alzati, Servando, A. 1946. Historia de la Mexicanización de los Ferrocarriles Nacionales de México, Edit. Beatriz de Silva, México

<https://www.gob.mx/artf/documentos/anuario-estadistico-ferroviario-2020#:~:text=De%202010%20a%202020%2C%20el%20crecimiento%20anual%20compuesto%20de%201.4%25.>

https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5489690&fecha=11/07/2017#:~:text=Est%20Norma%20Oficial%20Mexicana%20establece,y%20carreteras%20con%20v%C3%ADas%20f%C3%A9rreas.

<http://www.agicorieles.com/una-guia-para-la-via-ferrea.html#:~:text=Los%20componentes%20de%20la%20v%C3%ADa,partes%20de%20una%20v%C3%ADa%20f%C3%A9rrea.>

<http://legismex.mty.itesm.mx/normas/sct2/sct2049.pdf>

http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGP/Atlas/Mapas_2018/SAN_LUIS_POTOSI_2018.pdf

<https://kcsouthern.com/pdf/kcsm-intermodal-ramps/kcsm-mexico-intermodal-ramps.pdf>

<https://www.kcsouthern.com/es-mx/ship-with-us/how-it-works/equipment>

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/559416/Indicadores_Ferrovianos_ARTF_2020_Final.pdf

<https://www.llalco.com/division-industrial/toperas-ferroviarias-gas-hidraulicas-deslizantes/>

<https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=123&IdBoletin=40>

ASSOCIATION OF AMERICAN RAILROAD (AAR). Railroad facts, edition 2005 y 2014. Policy and Economics Department of AAR, Washington DC, USA. 2014.

<https://massa.ind.br/es/drenagem-em-vias-ferreas/#:~:text=El%20proceso%20de%20drenaje%20en,ca%C3%B1er%C3%ADas%2C%20t%C3%BAneles%2C%20entre%20otros.>

https://www.kcsouthern.com/pdf/community/KCS_Sustainability_Report_2018.pdf?language_id=2

<https://www.puertolazarocardenas.com.mx/plc25/component/content/article?id=310>

<https://www.kcsouthern.com/customer-resources/guidelines-regulations/KCSM%20Factores%20de%20cobro%20vigentes.pdf>

<https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/DocumentoTecnico/dt14.pdf>

<https://digaohm.semar.gob.mx/cuestionarios/cnarioLazaro.pdf>

https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/24932/TFG_XabierLopezAlfonso_Memoria.pdf